

Máster Universitario en Intervención Sostenible, MISMeC
Escuela de Arquitectura del Vallès, ETSAV
Universitat Politècnica de Catalunya, UPC- Barcelona Tech
Trabajo Final de Máster
Curso académico 2015-2016

LA ARQUITECTURA VERNÁCULA COMO PROPUESTA A LA CONSTRUCCIÓN AMBIENTALMENTE RESPONSABLE.

Bruna Azevedo Leite, arquitecta y urbanista
Director Víctor Seguí Santana, doctor arquitecto
29 de septiembre de 2016

El reto a las condiciones ambientales contemporánea es algo conocido por todos, siendo objeto de estudios, investigaciones y propuestas, aunque de manera incipiente. Los cambios realizados para adecuarse a esta realidad son superficiales e insuficientes para alterar las proyecciones que se hacen a mediano y largo plazo.

La arquitectura asume gran importancia y responsabilidad en el cambio estructural de nuestra manera de habitar, construir y se relacionar con el medio. Es de responsabilidad del arquitecto sacar el máximo de beneficio al realizar un proyecto, comprendiendo su función como vector de transformación social, capaz de cambiar la dinámica en una comunidad.

A través del análisis del proyecto de arquitectura, el trabajo tiene como objetivo comprender los impactos en el medio de una construcción pensada en armonía con su entorno y sociedad. Las construcciones vernáculas o tradicionales tienen esta característica de construcción en armonía con el medio y cumple con los criterios de sostenibilidad. Sin embargo, esta tipología ya no satisface completamente las demandas de habitabilidad actuales, debiendo por lo tanto ser reinterpretada.

El trabajo busca relacionar los elementos de la arquitectura vernácula e incorporarlos en el proyecto arquitectónico, utilizando el bioclimatismo con herramienta de proyecto y relacionando los criterios sostenibilistas con la arquitectura tradicional, incorporando las demandas contemporáneas.

Dividido en dos partes, el trabajo cuenta con un estudio previo de la arquitectura vernácula y de proyectos contemporáneos que consideran sus valores culturales, sociales, económicos o ambientales. La segunda parte se trata de un caso de estudio que será evaluado en el ámbito ambiental, socio-económico y socio-cultural.

La elección del estudio de caso se da por la actual participación en un proyecto para un centro de formación y viviendas para jóvenes huérfanos en India. El análisis, enfocado en los valores ambientales tiene el objetivo de reducir las demandas energéticas en la fabricación de materiales y en la construcción del edificio a la vez que mejora la habitabilidad.

La finalidad es identificar el impacto del proyecto en su entorno a través de la construcción bajo los conceptos de la arquitectura vernácula, que genera menor impacto ambiental, reduce los residuos y emisiones de CO₂ a la vez que promueve mayor autonomía, estimula la actividad local, optimiza los esfuerzos de creación, prolonga la vida útil de los edificios y fomenta la economía de recursos.

Palabras clave: arquitectura vernácula, arquitectura bioclimática, impacto ambiental, economía de recursos.

PARTE 1

1. INTRODUCCIÓN	__4
2. OBJETIVOS	__6
3. METODOLOGÍA	__6
4. BIBLIOGRAFIA COMENTADA	__7
5. ESTADO DEL ARTE	__12
6. LA ARQUITECTURA VERNÁCULA COMO PUNTO DE PARTIDA A LA CONSTRUCCIÓN AMBIENTALEMNTTE RESPONSABLE	
6.1. EL RETO AMBIENTAL	__20
6.2. CONCEPTOS DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA	__21
6.3. LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	__22
7. CRITERIOS PARA VALORACIÓN DE UNA EDIFICACIÓN	__25
LA INCORPORACIÓN DE LOS ELEMENTOS VERNÁCULOS BAJO CRITERIOS SOSTENIBILISTAS	
8. SOSTENIBILIDAD EN PAISES SUBDESARROLLADOS: EL CASO DE INDIA	
8.1. LA ARQUITECTURA EN EL ENCENARIO POLITICO Y ECONÓMICO	__31
8.2. NUEVAS MIRADAS: ARQUITECTURA AMBIENTALMENTE RESPONSABLE E INTRODUCCIÓN DE LOS CONCEPTOS VERNÁCULOS	__31

PARTE 2

9. EL CASO DE ESTUDIO- KOILAKUNTLA, ANDRA PRADESH- INDIA	__32
9.1. ELECCIÓN DEL TEMA/ MOTIVACIONES	__33
9.2. EL PROYECTO	__34
9.3. LA CIUDAD DE KOILAKUNTLA- ASPECTOS GENERALES	__39
9.4. LA ARQUITECTURA TRADICIONAL	__39
9.5. EL CLIMA	__40
10. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS	__42
11. LA METODOLOGÍA VERSUS	
11.1. AMBIENTAL	__45
11.2. SOCIO-CULTURAL	__62
11.3. SOCIO-ECONÓMICO	__63
12. CONCLUSIÓN	__64
13. BIBLIOGRAFIA	__65

1. INTRODUCCIÓN

La arquitectura vernácula es entendida como la construcción tradicional en estrecha relación con los temas de localidad y sus condicionantes ambientales, culturales y económicas. Los materiales y volumetría tienen una relación directa con las necesidades del usuario, lo cual establece una relación sostenible con su entorno a través de la utilización de materiales locales y técnicas pasivas de regulación térmica (bioclimatismo).

Entendida como la arquitectura "sin arquitectos", surge de la necesidad de cobijo y es fruto de la experiencia e íntima relación entre el hombre y su entorno. Durante siglos la arquitectura era concebida con pocos recursos y bajo impacto ambiental. Luego, con la revolución industrial estos valores desaparecen en un contexto que los recursos parecen ser inagotables y donde la naturaleza era vista como algo a ser domesticado y civilizado.

En la actualidad se observa que con el constante crecimiento de las ciudades, los edificios ya no poseen elementos constructivos específicos y adecuados para su localidad. Esto porque los proyectos, concebidos de manera masiva, no toman en cuenta el entorno con sus materiales disponibles, características climáticas y necesidades sociales. Esto genera un parque construido con alta demanda energética, es decir, grandes emisiones de CO₂ en materiales, elevada cantidad de residuos y necesidad constante de sistemas activos de control térmico.

Con el informe Brundtland¹ en 1987 se reconoce que el desarrollo social y económico, caracterizado por el uso desmedido de los recursos, está comprometiendo el medio ambiente. En ese momento toma fuerza los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible, definido como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Desde entonces el tema ambiental empieza a ser considerado aunque de manera incipiente. En este contexto la arquitectura vernácula resurge como alternativa a los modos actuales de construcción, buscando su rol en un escenario como el actual de intensos cambios culturales, ecológicos y tecnológicos.

Esta arquitectura es reconocida por su gran valor patrimonial, reflejo de la cultura y tradiciones de una determinada región. Sin embargo, sigue asociada al pasado, bajo desarrollo y la pobreza. Pero la arquitectura vernácula tiene mucho más potencial que esto. A través de la comprensión de cuales elementos pueden ser incorporados en el contexto actual, se podrá transformar el territorio, satisfaciendo las necesidades del usuario y en armonía con su entorno.

En una sociedad en que la desigualdad y los problemas de vivienda son frecuentes, la optimización de recursos no solo reduciría el impacto ambiental, sino que también, a través de la reducción de recursos, sería capaz de mejorar la habitabilidad y producir más viviendas en locales donde todavía exista déficit habitacional.

¹ Informe Our Common Future: Brundtland Report, march 1987. ONU

Entendiendo la arquitectura bioclimática como una herramienta de la arquitectura vernácula que permite proponer las mejores soluciones para un determinado clima, el trabajo se centrará en el análisis del proyecto de arquitectura, utilizando herramientas como la simulación energética con la finalidad de comparar distintas estrategias de intervención.

Con esto se busca demostrar la importancia de la consideración del clima en el momento de construir, identificando estrategias pasivas de control térmico para un determinado clima.² Aunque el elemento central de la investigación será la arquitectura bioclimática, los elementos sociales, culturales y económicos característicos de la arquitectura vernácula serán considerados. Esto porque se entiende que el proyecto de arquitectura debe tener la sensibilidad de identificar los elementos característicos del entorno y usarlos a su favor.

² Aunque en algunos casos se haga necesario mecanismos activos de regulación térmica el trabajo se

2. OBJETIVOS

El objetivo del trabajo es identificar de qué manera la arquitectura vernácula debe ser interpretada y considerada en el momento de hacer un nuevo proyecto o intervenir en uno existente. Se entiende que la arquitectura vernácula no se trata solamente de la edificación, eso porque genera una serie de impactos a distintas escalas en una comunidad.

Analizar los elementos de la arquitectura vernácula y la viabilidad de aplicación de estos en la arquitectura contemporánea como objeto de transformación del territorio.

Objetivos específicos

El trabajo tiene como enfoque los elementos físicos de la arquitectura vernácula, es decir los materiales constructivos y su relación con el entorno, así como las soluciones bioclimáticas para garantizar el confort adentro de la vivienda. Sin embargo, los elementos sociales, culturales y económicos también serán considerados.

Luego los objetivos secundarios del trabajo son:

- Comparar el desempeño térmico del edificio bioclimático y con el uso de materiales locales x edificio con materiales industrializados importados.
- Estudiar los beneficios de la construcción ambientalmente responsable en su entorno y sus distintas escalas de impacto en la sociedad.
- Recomendar estrategias de intervención en el proyecto para que mejore su desempeño térmico y reduzca los recursos energéticos en la fabricación de los materiales y a su vez mejorar la habitabilidad.

3. METODOLOGÍA

El trabajo se divide en dos partes, la primera teórica seguida por el caso de estudio.

Parte 1: Teoría

- Estudio de la arquitectura vernácula, principales teóricos y referencias.
- Ejemplos de proyectos actuales que consideran los elementos de la arquitectura vernácula en su construcción.
- Introducción a la metodología de análisis del caso de estudio.

Parte 2: Caso de estudio

- Caso de estudio analizado según metodología previamente explicada. Utilización de herramientas bioclimáticas y simulaciones térmicas con la finalidad de proponer cambios en el proyecto.

4. BIBLIOGRAFÍA COMENTADA

Más importante que discutir el significado del término “arquitectura vernácula”, hay que comprender su importancia como arquitectura tradicional, popular, rural, entre otros términos que se utilizan. Esta arquitectura es de gran valor y calidad, siendo un elemento clave en la búsqueda de un entorno (urbano o no) más sostenible. Luego, es de gran utilidad el estudio de la arquitectura vernácula para la comprensión del territorio y sus distintas maneras de intervención.

Desde mediados del siglo XX la arquitectura vernácula pasa a ser objeto de análisis por parte de estudiosos, criticando sobre todo la pérdida de identidad cultural en la arquitectura así como de la relación armónica del hombre con la naturaleza. A finales del siglo XX y principios del siglo XXI, la arquitectura vernácula empieza a relacionarse directamente con los principios sostenibilistas, siendo comprendida como elemento clave para las propuestas de edificaciones de bajo impacto ambiental.

En 1954 el arquitecto e historiador Sibyl Moholy publica lo que sería uno de los primeros estudios sobre la arquitectura vernácula, titulado *Native Genius in Anonymus Architecture* (Espíritus nativos en la arquitectura anónima). Su trabajo explora la contribución de los “arquitecto anónimos” en el patrimonio arquitectónico, tomando en cuenta siempre los valores locales como la cultura, estilo de vida, historia y sociedad.

Dividido en cinco partes, el libro empieza con una introducción y reflexión sobre la necesidad del hombre de convertirse en un arquitecto por la necesidad de tener un abrigo. Luego enumera los temas que deben ser tomados en cuenta al momento de proyectar como sitio-clima, forma-función, técnicas-materiales y calidad del exterior.

Moholy también critica el avance tecnológico desenfrenado y cuestiona la real necesidad de muchos de estos avances. Según él, los estándares de la arquitectura se basan en valores muy distintos a los de aquellos de la sociedad pre-industrial. Estos estándares se basan cada vez más en la tecnología y menos en el diseño, lo que resulta en soluciones que se repiten en todas partes, independiente de su localidad, clima o cultura.

“The behavior of a concrete wall is no longer the concern of the man who pours it, and any desired climate can be produced within four prefabricated walls anywhere on earth. In settler houses, on the other hand, every foot on ground, every stone, brick or piece of timber, every proportion, opening and wall angle is coordinated to answer to particular, never quite duplicated, challenges of site and gravity, of climate and human comfort.” (Moholy, 1957)

Inspirados por la corriente de la arquitectura tradicional y regionalista, el profesor de arquitectura Víctor Olgyay con colaboración de su hermano, publican en el año de 1962 el libro *“Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism.”* A través de una mirada técnica, el trabajo valora los elementos de la arquitectura tradicional y sus respuestas bioclimáticas. Es deber del arquitecto saber utilizar estos elementos a su favor y estudiarlos a través de cálculos y simulaciones con la finalidad de mejorar el confort térmico en los edificios con la utilización de técnicas pasivas.

El libro se estructura en lo que define el autor como los cuatro pasos para el proyecto de un edificio "climate-balanced". Una estructura o un edificio "climate-balanced" es aquello que se armoniza con el medio ambiente y a la vez que utiliza todos los recursos naturales en favor del confort del usuario. Los cuatro pasos para el proyecto son: levantamiento climático, identificación de los grados de confort térmico, estudios técnicos del entorno y su naturaleza y por último la articulación de los elementos por parte del arquitecto.

"The desirable procedure would be work with, not against, the forces of nature and to make use of their potentialities to create better living conditions."

Uno de los elementos más importantes en el trabajo de los hermanos Olgyay es el estudio técnico que realizan del entorno y su clima, lo que resultó en la carta bioclimática. Con la finalidad de identificar el confort térmico del usuario y las posibles estrategias de proyecto para garantizar este confort, la carta bioclimática evalúa todos los elementos que puedan influir en el entorno como temperatura, humedad, vientos, radiación solar, entre otros.

El clima como factor determinante en el proyecto de arquitectura es uno de los principales legados de la arquitectura vernácula. El arquitecto y uno de los fundadores de los Estudio de Medio Ambiente y Comportamiento (EBS- Environment-Behavior Studies) Amos Rapoport, publica en 1969 el libro *"House Form and Culture"*, que tiene como tema principal discutir los elementos que influyen en las formas de la arquitectura vernácula. Considera elementos como economía, religión, sitio, materiales y clima. Según Rapoport, el sitio influye en las ciudades y las viviendas, pero no determina sus formas. El elemento que genera mayores efectos en las formas creadas por el hombre sería el clima.

La retomada de los valores vernáculos pueden no solamente reducir el consumo en la sociedad, si no que mejorar la calidad de vida del hombre. Con la finalidad de demostrar que las civilizaciones antiguas o tradicionales vivían en condiciones de confort mejores que la sociedad actual, el arquitecto Bernard Rudofsky realiza en 1964 una exposición fotográfica en el Museo de Arte Moderno de Nueva York, titulada *"Architecture Without Architects"*. La exposición que posteriormente resulta en un libro, tiene como objetivo ser un vehículo de la filosofía del "know-how" de los constructores anónimos y que representa una fuente de inspiración arquitectónica.

Tanto el libro como la exposición hacen una crítica a estas desconocidas tipologías arquitectónicas que fueron ignoradas durante siglos y que presentan respuestas espontáneas, siendo la clave en la comprensión de los distintos estilos de vida en el mundo. Para Rudofsky la proliferación desmedida de la arquitectura y de las ciudades generó el caos y la fealdad a los cuales el hombre lo acepta como su estilo de vida por su ignorancia de comprender los privilegios que tenían las personas que vivían en civilizaciones antiguas.

"The beauty of "primitive" architecture has often been dismissed as accidental, but today we recognize in it an art form that has resulted from human intelligence applied to uniquely human modes of life." (Rudofsky, 1964)

El trabajo de Rudofsky tiene como finalidad intentar romper los conceptos tradicionales del arte de la edificación, introduciendo el universo de la arquitectura sin pedigrí (non-pedigreed architecture). El autor usa el término "non-pedigreed architecture" para definir una arquitectura empírica, fruto de la experimentación del hombre y que no encaja en ninguna de las clasificaciones formales de estilo arquitectónico. Habla también que muchas soluciones audaces "primitivas" anticipan la tecnología considerada de punta en la actualidad, como por ejemplo la prefabricación, estandarización de los componentes del edificio, estructuras flexibles, y sistemas más específicos como calefacción por el suelo, aire acondicionado, control de iluminación e incluso ascensores.

Publica en 1977 su segundo libro, Constructores Prodigiosos, donde Rudofsky critica la actitud del hombre moderno que valora todo su entorno artificial y con este las ciudades, pero que desprecia la naturaleza e incluso muchas veces la ve como un enemigo. Según el autor la obligación del hombre debería ser cultivar la tierra con sabiduría y modelar su entorno con un profundo sentido de afección con el paisaje.

"These men who found no great cities, no fortresses, no works of art to destroy for the glory of God, had to be satisfied with exterminating the fauna and denuding the forests. They had no love for the land and the things that grew on it. The soil held no mystical attraction for them. Trees found no favor in their eyes." (Rudofsky, 1977)

Otro punto importante en Constructores Prodigiosos es la crítica que hace Rudofsky a la pérdida de valor del edificio, que sería su capacidad de servir a distintas generaciones y satisfaciendo todas sus necesidades. Según él, la importancia del edificio se convirtió en estética únicamente, olvidándose de su función y vida útil.

En 1978 se publica el libro Cobijo y Sociedad de Paúl Oliver. Dividido en dos partes, el libro empieza con la definición de la arquitectura vernácula, que según el autor está difiere de la arquitectura primitiva. Para él, la arquitectura vernácula no es solamente intuitiva, sino que es fruto de la experimentación, de los continuos cambios y adaptaciones, siempre considerando la escala humana y el entorno natural. En la segunda parte del libro el autor busca ilustrar a través de ejemplos lo que para él se define como arquitectura vernácula.

Haciendo referencia al trabajo de Oliver, el profesor de la Escola Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Pierre Frey empieza en el año de 1992 en conjunto con sus alumnos a hacer un banco de datos sobre la arquitectura vernácula con maquetas, dibujos y fotografías. Todo este acervo se convierte en una exposición y libro titulados "Learning From Vernacular"³.

"Learning From Vernacular" hace referencia a la exposición de Rudofsky y busca complementar el trabajo de Oliver. Ilustra la arquitectura vernácula en distintas partes del mundo y también enseña ejemplos de proyectos contemporáneos que de alguna manera se basan en dicha arquitectura. A través de planos, fotografías y maquetas muestra

³ Exposición realizada por la EPFL en 2010. Página web de la exposición: <http://learning-from-vernacular.epfl.ch/>

ejemplos de arquitectura tradicional en el mundo y presenta propuestas de diseño contemporáneo que se derivan de las tipologías vernáculas.

Frey también es uno de los contribuidores del proyecto VerSus⁴ (Vernacular Heritage Sustainable Architecture), un proyecto que busca relacionar el patrimonio vernáculo con su potencial sostenible. El proyecto se trata de un largo y detallado estudio por parte de profesores y estudiantes de las universidades: ESG, CRA Terre-ENSAG, UNIFI, UNICA and UPV. A través de workshops, charlas y distintos eventos se generó un material que, desarrollado en conjunto con la ICOMOS-CIAV, ICOMOS-ISCEAH y la UNESCO, resultó en publicaciones donde se hace una profunda reflexión acerca de la importancia del patrimonio vernáculo, enseñando a través de ejemplos como este puede responder a las necesidades sociales, económicas y ambientales contemporáneas.

Tiene como principal objetivo adquirir conocimientos de los principios fundamentales de la sostenibilidad a través del patrimonio vernáculo, explorando nuevas maneras de aplicar estos conocimientos en la arquitectura sostenible contemporánea. También buscan promocionar la enseñanza académica de la arquitectura vernácula, hasta entonces olvidada. Para el estudio se analizó la arquitectura vernácula en distintas partes del mundo y se hizo una comparación con proyectos contemporáneos a través de tres ámbitos:

- Medioambiental: compensar las consecuencias de acciones artificiales no sostenibles y necesidad de promover la regeneración territorial.
- Socio-cultural: sentido de pertenencia, de identidad, desarrollo personal y comunitario.
- Socio-económico: la adaptación de los valores financieros y monetarios como indicadores básicos

La retomada e incorporación de los valores vernáculos tiene como objetivo mejorar la sostenibilidad en la sociedad, sobre todo en las ciudades. El arquitecto y Urbanista especialista en sostenibilidad José Fariña⁵ afirma que existen tres maneras de conseguir ciudades más sostenibles con reducidas huellas ecológicas: reducir la población, reducir el consumo o aumentar la eficiencia.

La reducción de la población es un tema mucho más difícil de discutir o generar propuestas. El aumento de la eficiencia se da a través de la mejora de los procesos que generen los mismos resultados pero con bajo consumo de energía y materia, no generando residuos o contaminando. Con el aumento de la eficiencia, el reto está en hacer que esto no implique en mayor consumo para los que más consumen, si no que sea una oportunidad de crecimiento para los países en desarrollo, favoreciendo la igualdad social.

En el libro *"El reto de la ciudad habitable sostenible"*, Ester Higuera⁶ señala la necesidad de retomar los valores de la sociedad pre-industrial: "Tradicionalmente, en la

⁴ Para descargar el proyecto: <http://www.esq.pt/versus/index.php/10-versus-booklet>

⁵ Dr. Arquitecto y Licenciado en Derecho. Miembro del comité Hábitat español.

⁶ Perteneciente al Grupo de Investigación ABIO, de la UPM junto a Javier Neila, con numerosos proyectos de investigación y desarrollo de cuestiones ambientales

sociedad pre-industrial, el residuo había sido tratado como recurso, incorporándose en la cadena de reutilización. En la era industrial este concepto empezó a abandonar. En la sociedad actual, bajo determinadas fuerzas del mercado y falta de unas infraestructuras adecuadas, la ciudad ha llegado a unas situaciones de absurdo extremo.” (Higueras, 2009)

El profesor de la Universidad de Sevilla y también contribuidor del proyecto VerSus, Benito Sánchez-Montañés Macía, ha publicado un estudio titulado *“Estrategias medioambientales de la arquitectura vernácula como fundamento de sostenibilidad futura. Necesidad de la aplicación de los principios científicos de la arquitectura”*. En su trabajo, Sánchez habla de la importancia de la retomada de los valores vernáculos para transformación social bajo criterios sostenibilistas, sobre todo en lo que se relaciona a la edificación, importante elemento urbano y una de las principales responsables por las emisiones de CO₂ actualmente.

De acuerdo con Sanchez, se debe recuperar lo que llama de “patrimonio ambiental”, poniéndose a servicio de la edificación a través de los principios científicos de la arquitectura, fundamentado en tres pilares: objetividad, inteligibilidad y renovación. Para esto se hace necesario caracterizar los fenómenos ambientales del vernáculo y determinar de qué manera y cuáles son las técnicas necesarias para que se puedan incorporar en los proyectos contemporáneos. Siguiendo la filosofía de Olgyay, una de las maneras que propone es a través del cálculo de modelos y de la simulación.

El gran error que se comete, según el profesor, es buscar una imitación mimética de las soluciones aplicadas en la arquitectura vernácula. Antes de todo se debe hacer un análisis de rigor científico con la finalidad de comprobar su validez y actualizar los mecanismos de control ambiental. Sobre todo en los países en desarrollo, esta recuperación inteligente de las de las soluciones de la arquitectura vernácula puede representar la condición que une la creciente necesidad de mantener o mejorar la calidad de vida con un uso racional de los escasos recursos disponibles. (Sánchez)

Ester Higueras también comenta la importancia de la optimización de recursos no solamente para reducir huellas, si no que para mejorar las condiciones de vida de la población: “El reto de las ciudades del Tercer Mundo y de los países en vías de desarrollo es hacer compatible el crecimiento económico, la justicia social, el uso racional de los recursos naturales y el cumplimiento de los derechos humanos. La cuestión clave es como, cuando, se carecen de condiciones mínimas de supervivencia.” (Higueras, 2009).

Desde que se empezó a reivindicar la arquitectura vernácula como objeto de análisis para la transformación territorial hasta el presente momento en el cual los cambios deben hacerse efectivos, cada vez más se valida la importancia de estudiar y reflexionar el tema, buscando propuestas adecuadas a las necesidades actuales del hombre. Sabiendo interpretarla y adaptarla de manera inteligente, es posible intervenir en la sociedad con la finalidad de mejorar las condiciones de vida a nivel global, a la vez que se reducen los recursos ambientales y económicos.

5. ESTADO DEL ARTE

Siguiendo la corriente defendida por los autores anteriormente citados, muchos arquitectos están cambiando su manera de concebir y ejecutar el proyecto arquitectónico, cada vez más atentos a su participación como agente transformador del espacio y de la sociedad.

A través de nuevas miradas, la arquitectura empieza a cuestionar su rol y su responsabilidad, teniendo en cuenta el agotamiento y mala distribución de recursos, debiendo responder a la demanda de habitabilidad optimizando estos recursos a la vez que genera una sociedad más igualitaria.

Tomando como referencia la arquitectura vernácula, estos proyectos buscan adaptarla a la sociedad contemporánea. Para incorporar la arquitectura vernácula en los proyectos actuales hay que buscar interpretarlas preguntándose cuales son las necesidades de hoy que en su momento no existían.

Para la elección de los proyectos que se darán como ejemplo, se buscó valorar elementos existentes en la arquitectura vernácula en conjunto con los elementos que se hacen necesarios para una construcción sostenible. Luego algunos de los criterios de evaluación fueron la utilización de materiales locales, relación con el entorno y clima, participación social, transformación territorial, utilización de sistemas pasivos de control térmico, fuentes limpias de generación de energía y aprovechamientos de los recursos.

Los proyectos no necesariamente cumplen con todos los puntos, pero representan una ilustración de las distintas interpretaciones acerca de la arquitectura vernácula, sirviendo como inspiración y crítica para futuros proyectos. Lo que tienen en común estos proyectos es el enfoque que tienen en satisfacer las necesidades del habitante o la comunidad reduciendo los recursos necesarios en la ejecución.

Esta arquitectura low-tech, busca a través de la sencillez de sus proyectos, soluciones novedosas e inteligentes y muestra la importancia de la arquitectura en la transformación territorial y la búsqueda por un entorno más sostenible. Considerando la creciente tasa poblacional y la necesidad inmediata de cambios sociales, estas propuestas tienen como finalidad permitir condiciones de vida sostenibles.

Luego los proyectos comentados son:

- Vivienda unifamiliar en Deitingen – **Spaceshop Architekten**
- Hospital en Rwanda y Doctors house– **MASS Design Group**
- DESI– **Anna Heringer**
- Cubo House– **Phooey Architects**

VIVIENDA UNIFAMILIAR EN DEITINGEN, SUIZA- SPACESHOP ARCHITEKTEN



Local: Deitingen, Suiza

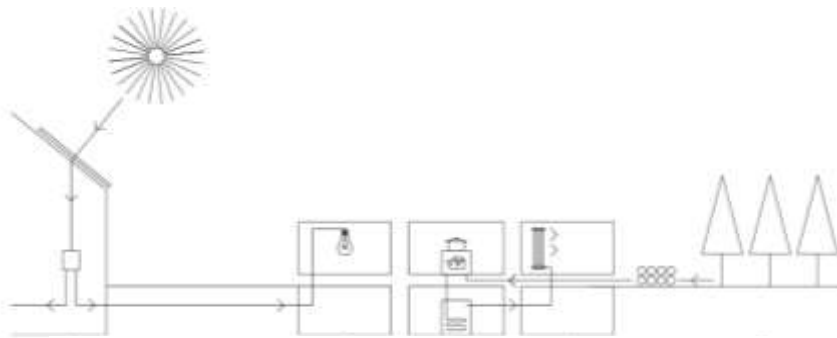
Año: 2009

Dimensiones: -

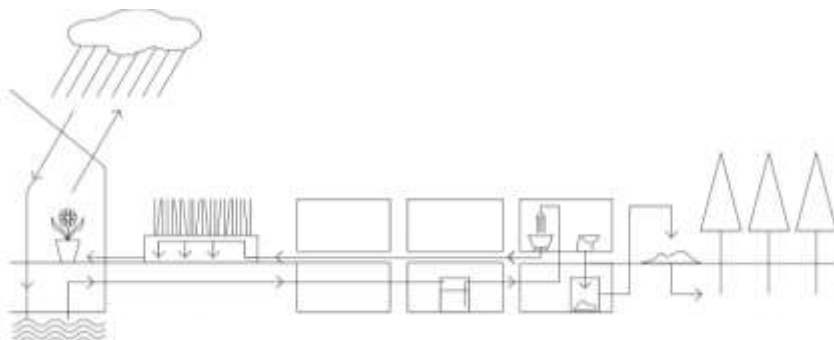
- ✓ preocupación con el entorno
- ✓ materiales locales
- ✓ utilización del clima a favor del confort (bioclimatismo)
- ✓ reaprovechamiento de residuos
- ✓ fuentes limpias de generación de energía

En el proyecto para la vivienda unifamiliar el cliente tenía como exigencia que hubiese una profunda consideración del entorno y que el edificio generase lo mínimo de huellas energéticas. Para esto se estudió como se realizaría la construcción de manera de utilizar materiales locales y generar el mínimo de residuos. También se tomó en cuenta la mantención del edificio y sus gastos energéticos necesarios, buscando fuentes de generación de energía y aprovechamiento de los recursos naturales.

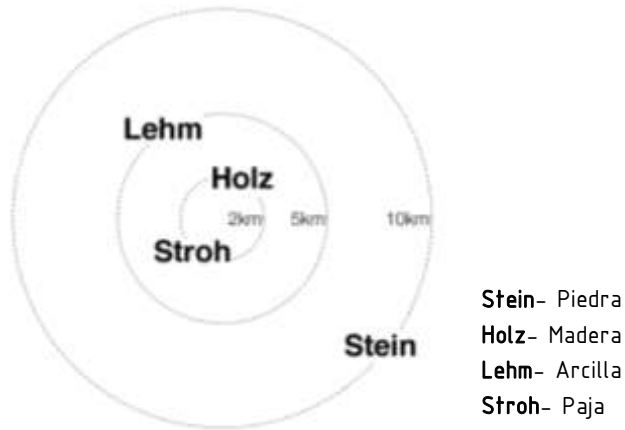
Por estar situado en una región de clima frío, la calefacción y el aislamiento deben hacerse de manera eficiente. La vivienda cuenta con un sistema de calentamiento por caldera que opera mediante la combustión de leña traída directamente del bosque y también con un sistema de calentamiento solar.



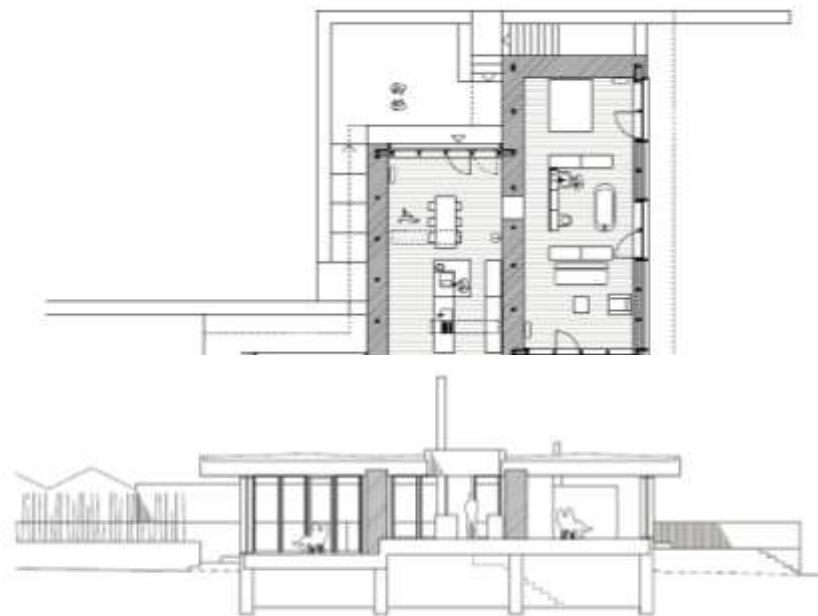
Hay un sistema de compostaje para eliminación de las heces y las aguas grises que pasan por un sistema de filtro natural con arena, utilizando posteriormente el agua ya purificada para riego.



Además de la energía de operación del edificio (sistemas de calefacción y electricidad), se nota la preocupación por la energía gris, es decir, la energía necesaria para producción y transporte de los materiales. Los principales materiales utilizados en la construcción: piedra, madera, paja y arcilla- provienen de un radio de 10km. Los demás materiales son no derivados del petróleo y libres de toxinas.



En el cálculo de la energía gris necesaria en la construcción del edificio fue 194,672 kWh (fuente: Spaceshop Architekten), aproximadamente la mitad de una vivienda unifamiliar convencional. Se calcula que con el balance positivo de la energía solar fotovoltaica, esta demanda energética se amortiza en 39 años



Hospital en Rwanda y



VIVIENDA PARA MÉDICOS- MASS DESIGN GROUP



Local: Burera, Ruanda

Año: 2011

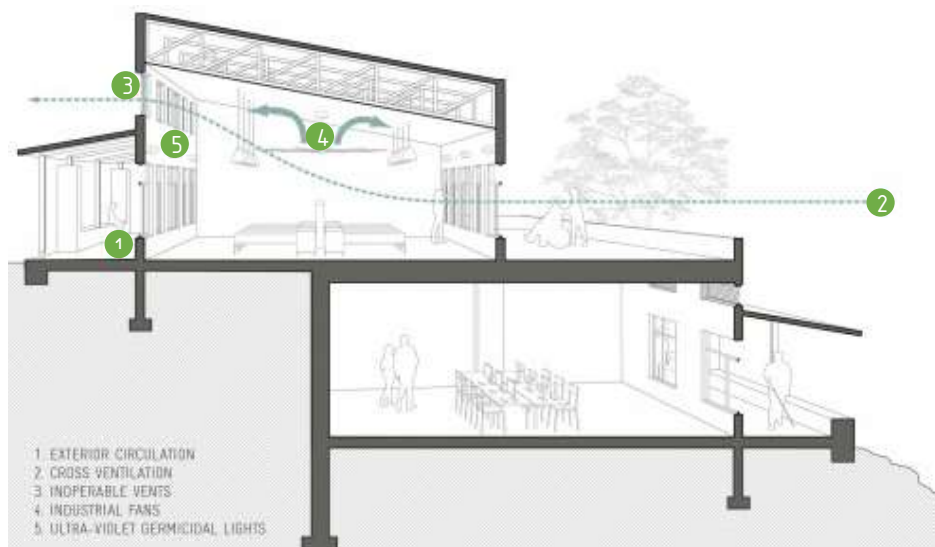
Dimensiones: 6.040m²

- ✓ preocupación con el entorno
- ✓ materiales locales
- ✓ utilización del clima a favor del confort (bioclimatismo)
- ✓ participación comunitaria
- ✓ capacitación profesional
- ✓ promoción de actividades a nivel local



El complejo hospitalario de 8 edificios de dos plantas esta situado en el alto de una colina en el distrito de Burera y tiene capacidad para 140 pacientes. Con una población de 340.000 el distrito de Burera carecía de un sistema de salud. Hoy en día 1.500 personas entre médicos y voluntarios entrenados cuidan del sistema de salud local.

Para el proyecto se utilizaron soluciones pasivas de regulación térmica y también para control de enfermedades diseminadas por el aire. Para esto el estudio bioclimático se hizo indispensable. La propuesta fue construir edificios separados entre ellos para garantizar una mejor ventilación entre ellos. Con esto se redujeron los pasillos que fueron puestos afuera del edificio, protegidos por una cubierta.



Para el diseño del hospital se utilizaron materiales locales, como por ejemplo la piedra volcánica que es encontrada en las inmediaciones de la montaña. Uno de los elementos más importantes del proyecto fue el uso de la mano de obra local, que no solamente genera un ahorro económico, pero también califica la mano de obra local y estimula la economía a nivel local. También da la sensación de pertenencia por parte de la comunidad, que cuidarán mejor del hospital y hará el mantenimiento necesario.

Más de 3000 personas del distrito de Burera fueron entrenadas en soldadura, carpintería y albañilería. El costo total para la ejecución del proyecto estuvo cerca de dos tercios de un edificio similar en Ruanda.



VIVIENDA PARA MÉDICOS

Sistema constructivo de tierra comprimida- ladrillo producido con la tierra escavada in situ y producido por artesanos locales que fueron entrenados durante todo el proceso. El proyecto genero 900 puestos de trabajo locales, estimulando la economía local.





Local: Rudrapur, Bangladesh

Año: 2006

Dimensiones: 300m²

- ✓ preocupación con el entorno
- ✓ materiales locales
- ✓ utilización del clima a favor del confort (bioclimatismo)
- ✓ participación comunitaria
- ✓ capacitación profesional
- ✓ promoción de actividades a nivel local
- ✓ fuentes limpias de generación de energía

DESI (Dipshikha Electrical Skill Improvement) es un centro de formación para estudios de electricidad. Cuenta con dos aulas, dos despachos y dos residencias para instructores. La arquitecta tenía como objetivo utilizar solamente los materiales locales disponibles que eran tierra y bambú. El problema es que existe todavía un estigma negativo asociado a estos materiales, que son vistos como construcciones de bajos recursos y calidad o efímeras.

El uso de los recursos locales para crear una buena arquitectura, con un impacto positivo y sostenible implica inicialmente la construcción de confianza en estos materiales y el aumento de su reconocimiento. Esto puede lograrse mediante la adopción de un gran cuidado en el desarrollo del edificio, a través de la creación de un diseño único y permitiendo que los habitantes locales participen, dando al concepto de construcción un verdadero significado.

Con esto no solamente se reduce significativamente los costos en mano de obra, si no que se estimula la economía a nivel local y capacita la mano de obra con nuevas técnicas. La población, en su mayoría compuesta por artesanos obtuvo formación en las técnicas tradicionales de construcción con tierra. La participación en la construcción genera aprecio por parte de la comunidad al edificio, lo que posibilita mejores condiciones de mantenimiento.



También fueron incorporadas técnicas de artesanía típicas de la región, extendiendo a la escala del edificio algunas técnicas que hasta entonces se limitaban a la confección de pequeños objetos.



Con la finalidad de eliminar los estigmas asociados a este tipo de construcción y hacerla más sostenible, se estudió las mejores técnicas para aumentar la vida útil del edificio y generar mejor confort térmico. Para esto la arquitecta se basó en la arquitectura tradicional, realizando pequeños cambios para garantizar esta mejora.

A través de la simulación térmica se pudo constatar que a través del uso de las herramientas bioclimáticas como orientación del edificio y posicionamiento de las ventanas, sería posible garantizar buenos niveles de confort durante el año.

También con la simulación se observó que la cubierta planteada en chapa metálica necesitara aislamiento junto a las chapas. Las chapas metálicas con algunas excepciones no funcionan bien térmicamente en climas cálidos, sin embargo en muchos proyectos los arquitectos siguen insistiendo en este elemento. Se nota que todavía existe la necesidad de estudio de la arquitectura tradicional para que se pueda ampliar el repertorio de soluciones constructivas.

CUBO HOUSE- PHOOEY ARCHITECTS



Local: Fitzroy North, Australia

Año: 2013

Dimensiones: 200m²

- ✓ preocupación con el entorno
- ✓ REUSAR: materiales disponibles
- ✓ utilización del clima a favor del confort (bioclimatismo)
- ✓ fuentes limpias de generación de energía

Construido en un terreno donde antes estaba situada una vivienda, esta tuvo que ser demolida por encontrarse en malas condiciones. Los materiales resultantes de la demolición fueron reusados en la construcción de la nueva vivienda de tres plantas.

Elementos como maderas estructurales y de suelos, ventanas, puertas, rejillas y escalera fueron rescatados en la demolición para ser incorporados al nuevo edificio. Algunos elementos de la cubierta fueron utilizados en la fachada y las rejillas fueron puestas de manera a actuar como un quiebra sol en las ventanas.

En el proyecto se aplica la técnica surrealista de "Cubomania" para catalogar, reutilizar y re-inventar los materiales de construcción demolidos. La energía incorporada se redujo al mínimo mediante el equilibrio de la cantidad de materiales demolidos y de la cantidad de materiales traídos para reemplazarlos.

Hace un diálogo con la arquitectura vernácula, en la utilización de los materiales disponibles, que en este caso es el residuo de la construcción anterior. Este edificio es un ejemplo de cómo se puede adaptar e interpretar los conceptos de la arquitectura vernácula en la sociedad contemporánea.



6. LA ARQUITECTURA VERNÁCULA COMO PUNTO DE PARTIDA A LA CONSTRUCCIÓN AMBIENTALMENTE RESPONSABLE

6.1. EL RETO AMBIENTAL

El libro “Nuestro Futuro Común” (nombre original del informe Brundtland) es considerado el marco en el reto de los problemas ambientales frente al desarrollo económico y social. Elaborado en 1987 para la ONU, la responsable Gro Harlem Brundtland trata de asociar las cuestiones de desarrollo económico con las del medio ambiente, alertando para la necesidad de un cambio efectivo a corto y largo plazo en la estructura social y económica actual, con la finalidad de reducir los impactos ambientales a la vez que se reduce la desigualdad social y la pobreza.

La pobreza es tomada como causa y efecto principales de los problemas mundiales de medio ambiente, siendo que la clave para el cambio efectivo en esta problemática es comprender que existe una relación directa entre el desarrollo y la sostenibilidad. En el informe, Brundtland usa por la primera vez el término desarrollo sostenible, sugiriendo una nueva mirada en contrapartida al desarrollo económico actual. El modelo tradicional hace con que cada vez sea mayor el número de personas pobres y vulnerables y también es el principal responsable por el deterioro del medio ambiente.

“... nos dimos cuenta de que hacía falta un nuevo camino de desarrollo que sostuviera el progreso humano no solamente en unos pocos lugares y durante unos pocos años, si no ya en todo el planeta y hasta en el distante futuro.”

El concepto de sostenibilidad se definió como la capacidad de satisfacer las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las futuras generaciones. Luego es de responsabilidad de todos la comprensión del concepto y la toma de consciencia a la necesidad de cambiar la estructura social y económica actual. El arquitecto por lo tanto tiene la responsabilidad de comprender esta necesidad y saber reflejarla en su toma de decisiones.

Según el estudio realizado por el World Watch Institute Report en 2003 más de la mitad (53%) de la energía que se consumida en el mundo se relaciona con el edificio, sea en la producción y transporte de materiales constructivos o en su construcción y mantenimiento. Es necesario por lo tanto comprender el edificio a través de su sistema productivo, la construcción, y de qué manera este sistema puede ser optimizado, reduciendo su impacto ambiental y cerrando ciclos materiales tanto en su construcción como mantenimiento y funcionamiento.

Gran parte de las propuestas hechas hasta el presente momento parten de soluciones ultra tecnológicas donde se evalúa la “sostenibilidad” de un edificio por su baja mantención y por el uso de fuentes limpias de generación de energía. La energía necesaria para fabricar o transportar los materiales, definida como “embodied energy” o “energía gris” todavía no está plenamente considerada en el proceso de proyecto y es elemento clave para garantizar la sostenibilidad en las construcciones. Por lo tanto hay una necesidad de reevaluar los criterios de sostenibilidad existentes, lo que solo se logrará a través del conocimiento de los procesos productivos y de la importancia de cerrar los ciclos materiales en dichos procesos.

6.2. CONCEPTOS DE LA ARQUITECTURA VERNÁCULA

La arquitectura vernácula se caracteriza por su estrecha relación con los temas de localidad, adaptándose a las necesidades cuanto a cultura, identidad, bienestar y medio ambiente. La palabra **vernácula** es derivada del latín **vernaculus**, que significa nativo.

Aunque el término arquitectura vernácula sea comprendido de maneras diferentes entre autores, para el trabajo será utilizada la definición de Paul Oliver (OLIVER, 1969): todos los tipos de edificios realizados por tribus, poblados, campesinos o cualquier otro tipo de sociedad donde un arquitecto, diseñador o especialista no haya participado.

Sin embargo es muy reciente la consideración de la arquitectura vernácula como objeto de estudio y transformación del medio. En 1999 la ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) publica la Carta del Patrimonio Vernáculo Construido, con el objetivo de mostrar la importancia en la conservación de la arquitectura vernácula por su valor cultural. Define el Patrimonio Vernáculo:

El Patrimonio Vernáculo construido constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales.

Más que sus valores culturales, es necesario comprender que la arquitectura vernácula establece una sostenible relación entre el hombre y su entorno. Luego se hace necesaria una mirada más moderna a esta arquitectura, que no solamente tiene su importancia en valores culturales e históricos, sino que también muestra una infinidad de soluciones. La publicación VerSus encuentra el equilibrio entre la arquitectura vernácula y los principios sostenibilistas:

“Mejorar el reconocimiento del hábitat vernáculo a través de una toma de consciencia sobre su valor y calidad, prestando atención tanto a su interés patrimonial como a su posible aportación a favor de la construcción eco-responsable y la sostenibilidad”. (VerSus).

6.3. LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

La relación entre arquitectura y clima siempre ha existido, reflejada en la tipología de las viviendas a través de su forma, estructura y materiales. Lo que se entiende por bioclimatismo es la adaptación y la concepción de las viviendas de acuerdo con su zona climática, buscando siempre aprovechar los elementos climáticos para generar confort térmico.

Dieter Holm, en su libro *"Energy conservation in hot climates"* afirma que hay tres maneras de definir la relación de un edificio con el medio:

1-No building sistema: no existe construcción, el usuario tiene que adecuarse a los elementos de la naturaleza y no a sus demandas personales.

2-Pasive building systems: las estrategias encontradas en la naturaleza son usadas en los edificios. Los materiales son locales para evitar costos con transporte y residuos. Está asociado a medio costo y mediano nivel de tecnología. El clima interno es resultado de la configuración del edificio en relación a su exterior y a la manera que las personas lo usan.

3-Active building systems: vivir a pesar del clima y no CON el clima. Utilizar sistemas activos para control térmico sin hacer un estudio de su real necesidad. Sistemas que requieren alta eficiencia y están asociados a elevados costos y tecnología. La disponibilidad de tecnología asociada al bajo costo de la energía en el pasado permitió el intenso uso de elementos como el aire acondicionado, muchas veces para corregir las deficiencias en el proyecto del edificio.

Lo que se busca por lo tanto es establecer un equilibrio entre el edificio y el medio. Esto se logra a través de la utilización de sistemas pasivos de regulación térmica, utilizando las herramientas bioclimáticas.

El bioclimatismo como herramienta de proyecto es utilizado en la arquitectura vernácula con la finalidad de controlar las variaciones extremas del clima exterior a la vez que se beneficia del mismo para garantizar el confort térmico del usuario. El clima de una región se da a través de la combinación de distintos factores, siendo los principales: temperatura, humedad relativa y presión de vapor, vientos, insolación y radiación solar, precipitación y evaporación.

La arquitectura bioclimática como herramienta de proyecto es clave para que se pueda concebir edificios con mejor desempeño térmico, satisfaciendo las necesidades del usuario a la vez que demanda menor cantidad de recursos energéticos en su mantención. Para que se pueda utilizar esta herramienta es necesario estudiar la arquitectura tradicional y evaluar cuales fueron las soluciones adoptadas en cada región para responder a las necesidades de confort generadas por el clima.

Las soluciones bioclimáticas adoptadas en distintas regiones del mundo que presentan climas similares pueden cambiar en su forma, material o estructura pero tienen siempre

el mismo objetivo: utilizar los elementos climáticos para generar confort térmico. Por ejemplo en las viviendas de clima-cálido y húmedo se requiere ventilación intensa y protección solar. Evaluando las viviendas vernáculas que están en este clima se puede observar que todas tienen como objetivo la ventilación y protección solar, pero lo hacen de distintas maneras.

Luego, conocer estos **invariantes bioclimáticos** en conjunto con las soluciones adoptadas en distintas partes del mundo posibilita ampliar el repertorio en la arquitectura con la finalidad de concebir proyectos que establezcan una relación armónica con su entorno, a la vez que mejora la calidad de los espacios y con esto la sensación de confort del usuario.

LA ZONA DE CONFORT

Olgay ha establecido criterios de confort térmico basados en elementos como humedad relativa, temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo húmedo y cantidad de ropa (clo).

El confort térmico varía de acuerdo con los hábitos, condiciones sociales, religiosas, nivel cultural, edad, entre otros criterios subjetivos. Para que haya confort térmico el cuerpo debe poder mantener su temperatura interna dentro de sus límites fisiológicos normales, es decir, sin que tenga que poner en marcha sus mecanismos de defensa para generar una adaptación por el frío o calor extremos.

A través de estos criterios y definiendo unos márgenes de error o de variaciones debido a las diferentes temperaturas corporales de las personas, Olgay ha definido gráficamente una **zona de confort térmico** que varía de acuerdo con cada región o con cada dato climático. Fuera de la zona de confort aparecen diferentes sensaciones como insolación, exceso de humedad o sequía, congelación, etc. También se encuentran líneas de límites para realización de actividades intensas o ligeras, entorno difícil y entorno imposible.

Con la finalidad de establecer criterios para identificar el confort del usuario en una determinada región, fueron realizados distintos estudios de los cuales son de gran importancia las gráficas bioclimáticas de Olgay y Givoni. La grafica bioclimática se constituyó de la combinación de la temperatura seca, puesta en el eje de las ordenadas, y la humedad relativa en el eje de las abscisas. En el medio se encuentra la zona de confort tanto para el invierno cuanto para el verano. Con esto se puede identificar cuales estrategias se requieren en el proyecto así como proponer intervenciones en proyectos existentes.

La evaluación bioclimática es el punto de partida para cualquier proyecto arquitectónico que aspire a proporcionar un entorno climático adecuado. Las condiciones climáticas de un lugar pueden grafarse fácilmente en la tabla, y esta mostrara cuales son las disposiciones correctivas necesarias para alcanzar el confort. La mayoría de las soluciones correctivas se puede alcanzar a través de estrategias pasivas, solamente en casos extremos que se hace necesario mecanismo activos de control térmico.

El arquitecto debe, por lo tanto, buscar todas las alternativas pasivas posibles que se puedan utilizar para generar el confort térmico antes de proponer las soluciones activas que demandan gran cantidad de energía y por lo tanto son poco sostenibles.

Buscando complementar el sistema de Olgyay, el arquitecto israelí Baruch Givoni propone un nuevo diagrama donde se encuentran los mismos criterios establecidos por Olgyay, con la diferencia que en complemento a la zona de confort identificada, propone distintas zonas de confort que pueden ser alcanzadas a través de mecanismos pasivos.

El diagrama de Givoni, por ser más completo, es adoptado hasta los días de hoy por los arquitectos y será también utilizado en las simulaciones presentadas en este trabajo.

7. CRITERIOS PARA VALORACIÓN DE UNA EDIFICACIÓN:

LA INCORPORACIÓN DE LOS ELEMENTOS VERNÁCULOS BAJO CRITERIOS SOSTENIBILISTAS

Para relacionar los elementos vernáculos y la sostenibilidad, se tomará como base el análisis realizado por el proyecto VerSus. El análisis es el más completo y reciente que se ha hecho sobre el tema. En este se establecieron las necesidades relacionadas con cada ámbito de la sostenibilidad, así como los principios y estrategias aprendidos del patrimonio vernáculo para el diseño de una arquitectura más sostenible.

El proyecto, resultado de una asociación de universidades europeas coordinadas por la ESG- Escuela Superior de Galicia contiene distintos principios y estrategias que relacionan la arquitectura vernácula y la sostenibilidad. La propuesta metodológica era definir estrategias de actuación en el medio, a través de la incorporación de elementos de la arquitectura vernácula en los proyectos de arquitectura. El objetivo es que esta metodología sea aplicable a distintos contextos geográficos y culturales.

Luego el estudio parte de ejemplos de la arquitectura vernácula en los cuatro países participantes del proyecto (España, Italia, Francia y Portugal), con la finalidad de identificar los puntos más importantes comunes entre todos y que resultan en construcciones únicas y en armonía con su entorno y con el medio ambiente. La metodología del análisis de la vivienda vernácula así como el posterior análisis de proyectos actuales que se relacionan con el tema, se da a través de la concepción de tres criterios: medio ambiente, sociedad y economía.

Medio Ambiente⁷: Se refiere a la capacidad de la intervención humana en la disminución y evitar impactos ambientales adversos de construcción, reaccionando a cada cambio en el medio ambiente, considerado como el conjunto de condiciones, en la cual la vida es posible, y en relación con toda la calidad biológica (NEILA, 2004). Es ampliamente interconectada con el alcance economía alcanzar especialmente los aspectos sobre el consumo de energía y de vida del edificio ciclos.

Sociedad⁸: Este ámbito relacionado con las relaciones, sentido de pertenencia, identidad, desarrollo personal y comunitario. Este alcance se reunieron todos los impactos sociales y culturales positivos observables en las soluciones vernáculas (Oliver, 2006). Los hallazgos surgidos estaban más relacionados con los procesos que a la propia realidad física.

Economía⁹: Se constituye el ámbito más cuantitativo de la esfera sostenible, adoptando convencionalmente valores monetarios financieros como indicadores básicos. Debido a las implicaciones conceptuales vernáculos, la idea de costo fue adaptado al concepto de

⁷ Extraído de: <http://www.esq.pt/versus/index.php/research-method>

⁸ Extraído de: <http://www.esq.pt/versus/index.php/research-method>

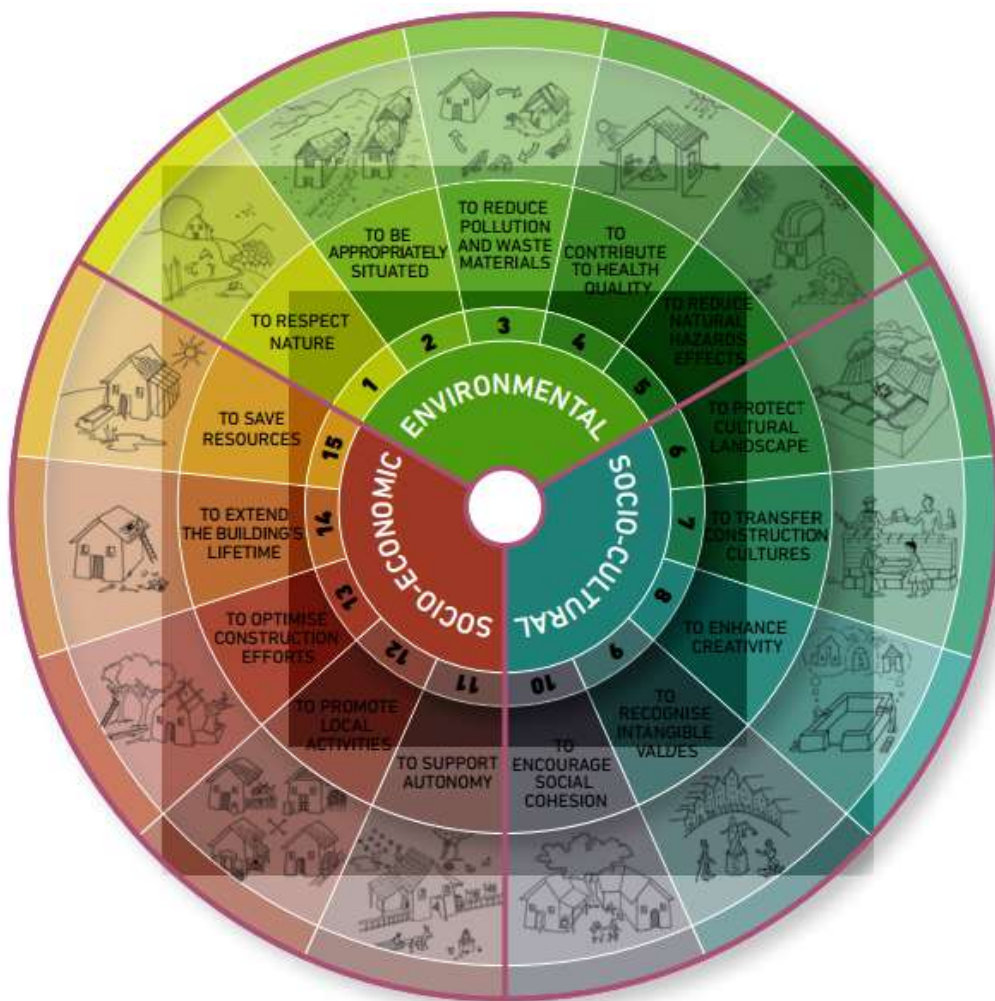
⁹ Extraído de: <http://www.esq.pt/versus/index.php/research-method>

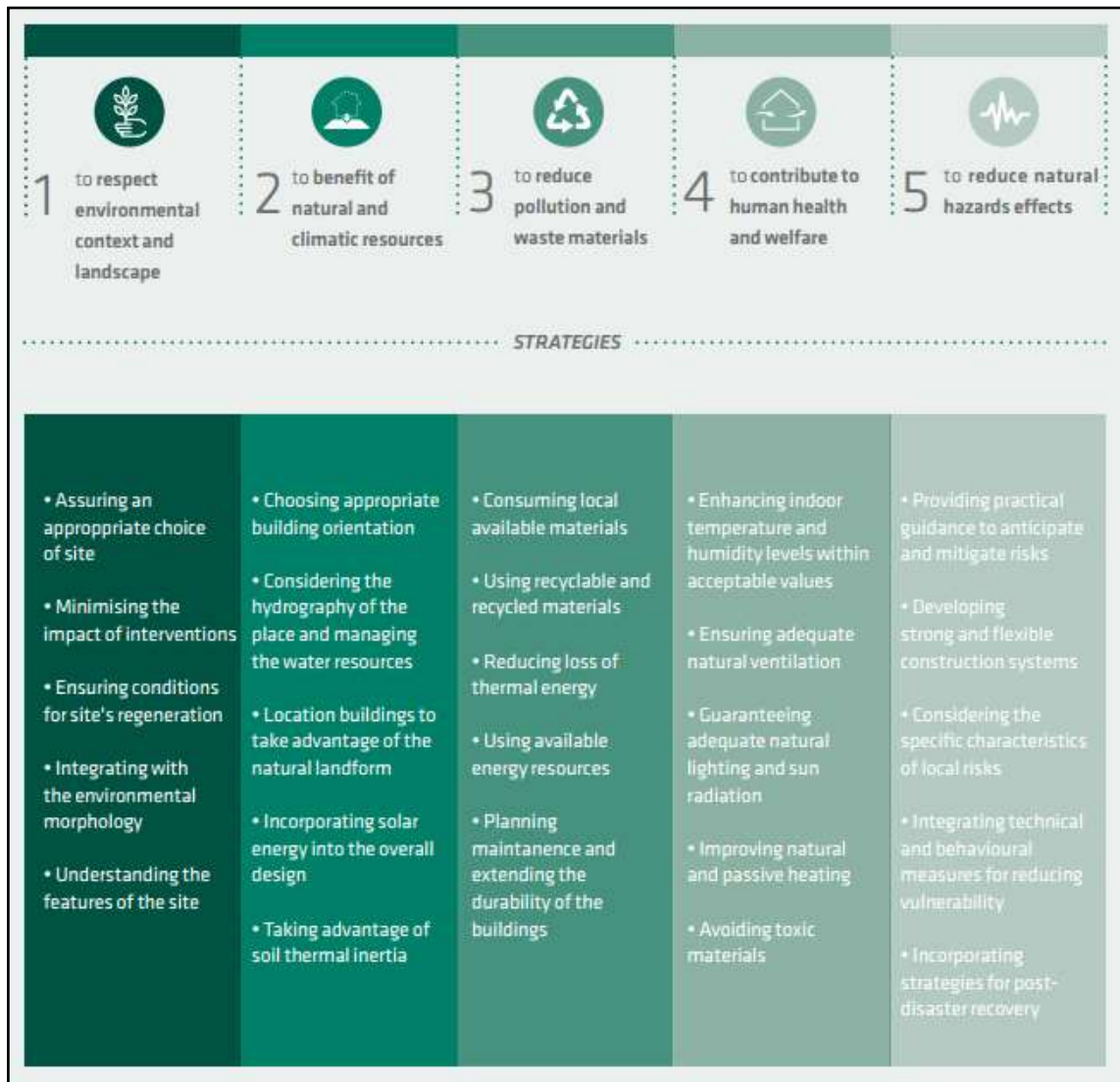
esfuerzo, que era más conveniente, cuando se aplica a las circunstancias sin sistema de capital implementado (ZUPANCIC, 2009). Esto concierne al proceso de construcción, el rendimiento de los edificios, el mantenimiento de los edificios, el impacto edificio, así como la contribución a la mejora de las condiciones de vida locales (CORREIA et al., 2014A).

El principal producto del proyecto se concretó en una publicación titulada VerSus Booklet, compuesta por tres partes:

- los ámbitos de análisis anteriormente mencionados (medio ambiente, sociedad y economía)
- los objetivos generales y las necesidades o cuestiones clave relacionadas con cada ámbito sostenible
- Principios y estrategias aprendidas del patrimonio vernáculo para el diseño de una arquitectura más sostenible y respetuosa del medio ambiente.

Los tres ámbitos de análisis o pilares como se refieren en la publicación VerSus Booklet, están asociados a quince principios de sostenibilidad, que se definen en 75 estrategias. En la gráfica abajo están los tres pilares junto a los quince principios.





1. RESPETAR LA NATURALEZA: El hábitat se integra en el ecosistema sin perjudicar a los otros elementos del mismo
2. IMPLANTARSE ADECUADAMENTE: El hábitat saca provecho de las características bioclimáticas del sitio
3. DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN Y LOS DESECHOS: El hábitat optimiza los recursos para no contaminar el lugar del que forma parte
4. PRESERVAR LA SALUD: El hábitat permite que la vida se desarrolle en ambientes sanos
5. MINIMIZAR LOS EFECTOS DE LOS RIESGOS NATURALES: El hábitat ofrece un entorno de seguridad y protección sus habitantes



6. PROTEGER EL PAISAJE CULTURAL: El paisaje se ha modelado y conservado a lo largo de los siglos
7. TRANSMITIR LAS CULTURAS CONSTRUCTIVAS: El hábitat manifiesta el saber y la experiencia práctica tradicionales
8. SUSCITAR LA CREATIVIDAD: El hábitat favorece la aportación de soluciones innovadoras y expresiones creativas
9. RECONOCER LOS VALORES INMATERIALES: El hábitat valora la identidad territorial fruto de la experiencia acumulada
10. FAVORECER LA COHESIÓN SOCIAL: El hábitat facilita la convivencia entre los vecinos para alimentar la inteligencia colectiva



11. FOMENTAR LA AUTONOMÍA: El hábitat refuerza la autosuficiencia de la comunidad
12. PROMOVER LA ACTIVIDAD LOCAL: El hábitat favorece la producción, la transformación y los intercambios
13. OPTIMIZAR LOS ESFUERZOS DE CONSTRUCCIÓN: El hábitat gestiona lo mejor posible las energías utilizadas para construir
14. PROLONGAR LA VIDA ÚTIL DE LOS EDIFICIOS: El hábitat garantiza su resistencia al paso del tiempo y su uso a largo plazo
15. AHORRAR RECURSOS: El hábitat utiliza con mesura los recursos locales y evita las pérdidas y el despilfarro

El principal resultado esperado con el estudio es mejorar el reconocimiento de los hábitats vernáculos a través de una toma de conciencia sobre su valor y calidad, prestando atención tanto a su interés patrimonial como a su posible aportación a favor de la construcción eco-responsable y la sostenibilidad.

Considerando la universalidad de los temas mencionados en el trabajo, la metodología puede ser probada en distintos contextos. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se trata de una propuesta y análisis de la arquitectura vernácula y de proyectos actuales existentes en Europa, lo que muchas veces puede resultar difícil la introducción de algunos de los conceptos en países subdesarrollados.

Todavía existe cierto prejuicio por parte de la población con relación a la arquitectura tradicional. Hay que buscar, a través de estudios y buenos proyectos, romper con estos paradigmas, entendiendo la importancia y calidad física, cultural y ambiental de estas construcciones.

8. SOSTENIBILIDAD EN PAÍSES SUBDESARROLLADOS: EL CASO DE INDIA

8.1. LA ARQUITECTURA EN EL ESCENARIO POLÍTICO Y ECONÓMICO



La política económica liberal en India es reciente, empezando en 1947 con su independencia.

La rápida urbanización y el volumen de construcciones traen como desafío transformaciones sociales y ambientales.

La rápida escala de crecimiento en India puso límites en los recursos disponibles.

Según el banco mundial, la degradación ambiental como contaminación del aire y agua, deforestación y desastres naturales, costa a India \$80bn por año, lo que representa el 6% de la actividad

económica (the guardian). El 72% de la energía total consumida es derivada de combustibles fósiles. India está en tercer en el ranking mundial de emisiones de CO₂ (desconsiderando UE) con 2.341.000kt de CO₂ emitidas en 2013. (aunque las emisiones per capita no está entre las más elevadas, siendo de 1,8 toneladas en 2013).

Sobre todo en los países subdesarrollados donde no solamente los recursos energéticos son escasos pero también los económicos, es importante la toma de conciencia para un cambio social donde la arquitectura tiene importante función. La elección de los materiales constructivos y su tipología no pueden basarse solamente en valores estéticos, es necesario tener responsabilidad ambiental.

Luego, es de gran importancia la revisión de los valores sostenibilistas con la finalidad de mejorar la habitabilidad, la distribución de renda y la reducción de recursos y residuos. Buscar la armonía entre la arquitectura tradicional y la sostenibilidad es la clave para esto.

"Gandhi and Nehru as political philosopher Bhikhu Parekh remarks were critical traditionalist and critical Modernist respectively. Both understood that neither tradition nor modernity were sufficient themselves." (Introducción The Architectural Review, mayo de 2016).

8.2. NUEVAS MIRADAS: ARQUITECTURA AMBIENTALMENTE RESPONSABLE E INTRODUCCIÓN DE LOS CONCEPTOS VERNÁCULOS

Laurie Baker, fue un arquitecto inglés que se cambió a India en 1949. Fue gran defensor de la arquitectura de bajo costo y la utilización de materiales de bajo gasto energético de producción y transporte. SU arquitectura se basó en los siguientes principios:

- Uso de materiales locales (madera, piedra, ladrillo, arcilla, bambu, etc)
- Reducir los daños ambientales
- Eliminar elementos arquitectónicos innecesarios
- Aprovechar las aguas pluviales, buscar buena ventilación e iluminación natural

Sus edificios son en gran mayoría hechos con ladrillos aparentes, eso porque defiende que los elementos existentes en un edificio deben ser solamente los necesarios para garantizar el confort y responder a las demandas del usuario. Los elementos de ladrillo que generan aperturas se hacen para que la iluminación y ventilación natural se hagan de la manera menos costosa posible.

Aparte de realizar proyectos de arquitectura, también hacía publicaciones defendiendo los principios sostenibilistas y criticando el estilo de vida de la sociedad contemporánea. Defiende la arquitectura de bajo costo con la finalidad de acabar con la desigualdad social.



En su libro Rubbish, Baker hace una reflexión acerca de la basura y del desperdicio, criticando el hecho de que nadie, autoridades o ciudadanos, se hagan responsable eso. También habla de la importancia de que haya un trabajo participativo y de integración entre la población y las autoridades.

Busca la independencia de algunos materiales como el plástico, eso porque aunque pueda ser reciclado demanda gran cantidad de energía en su proceso. Habla de la importancia de la compostaje, y que no necesita grandes espacios, puede existir en un contexto urbano. Laurie Baker es un gran ejemplo de como la arquitectura necesita de reevaluada y reinterpretada, actuando como elemento transformador de la sociedad.

9. EL CASO DE ESTUDIO- KOILKUNTLA, ANDRA PRADESH- INDIA

9.1. ELECCIÓN DEL TEMA/ MOTIVACIONES

El trabajo tiene como objetivo personal analizar el proyecto para centro social y viviendas en India bajo los conceptos de la arquitectura vernácula, teniendo como herramienta principal la arquitectura bioclimática. Se entiende que la aplicación de estos elementos genera no solamente la reducción de los recursos materiales, económicos y ambientales, pero también mejora la habitabilidad y las condiciones de confort térmico en las construcciones.

Basándose en la metodología VerSus y con enfoque en los criterios medioambientales, se buscó conciliar los elementos de la arquitectura vernácula con las demandas y posibilidades existentes en el sitio. Aprovechándose de las herramientas bioclimáticas para la concepción del proyecto, estas luego serán comprobadas a través de simulaciones térmicas siempre considerando técnicas pasivas, aunque posteriormente se haga necesario la aplicación de soluciones pasivas.

Todas las hipótesis y consideraciones del trabajo podrán ser posteriormente comprobadas in situ, donde se hará una evaluación de los principales problemas encontrados en obra y de qué manera se pueden solucionar e incluso mejorar posibles puntos débiles en el proyecto. Luego, el trabajo se trata de un estudio previo que posteriormente será evaluado y corregido.

El trabajo tiene como objetivo la adecuación del proyecto de arquitectura bajo criterios vernáculos y sostenibilistas, siguiendo la metodología creada por el proyecto VerSus. Sirve como un estudio previo antes de poder participar de la construcción y averiguar cuáles son los principales desafíos y que conceptos deberían ser reevaluados cuando se trata de países subdesarrollados.

9.2. EL PROYECTO

El proyecto: Centro Social + Apartamentos para jóvenes

Ubicación: Koilkuntla, Andra Pradesh – India

Cliente: ONG Haribala www.haribala.org

Proyecto: ONG Base-a

La ONG Haribala trabaja en India desarrollando proyectos de mejora de calidad de vida de los individuos de la casta dálits, a través de distintos proyectos sociales. Uno de sus proyectos es un orfanato para niños de 8 a 18 años, ubicado en la ciudad de Koilkuntla. El gran problema que enfrentan es que esos niños cuando llegan a la edad de los 16 años no están preparados para el mercado de trabajo y no tienen ningún tipo de formación. En este contexto surge la idea del proyecto de un centro social para jóvenes, con la finalidad de prepararlos para el mercado de trabajo, donde los jóvenes también puedan vivir.

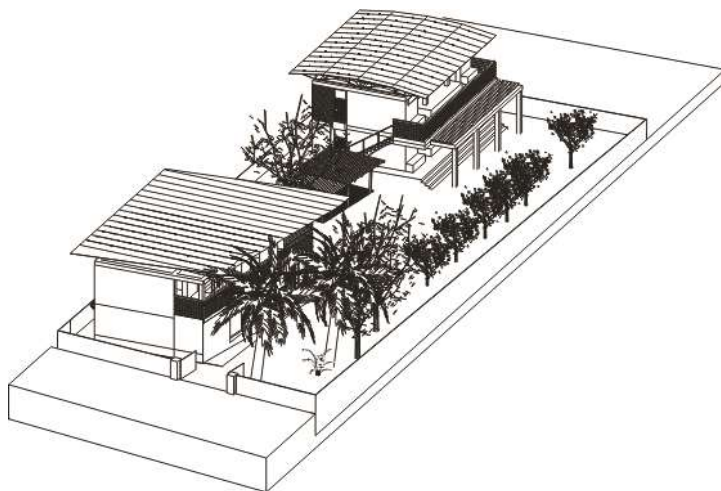
El proyecto debe ser realizado en dos etapas, siendo la primera correspondiente a aprox. 70% del proyecto final.¹⁰ Tiene el siguiente programa:

1ª fase:

- 6 apartamentos con baño, compartidos con 4 personas cada, totalizando 24 jóvenes.
- 3 aulas para taller, que serán abiertas a todos los jóvenes de la comunidad.
- sala para profesores.
- baño para las aulas.

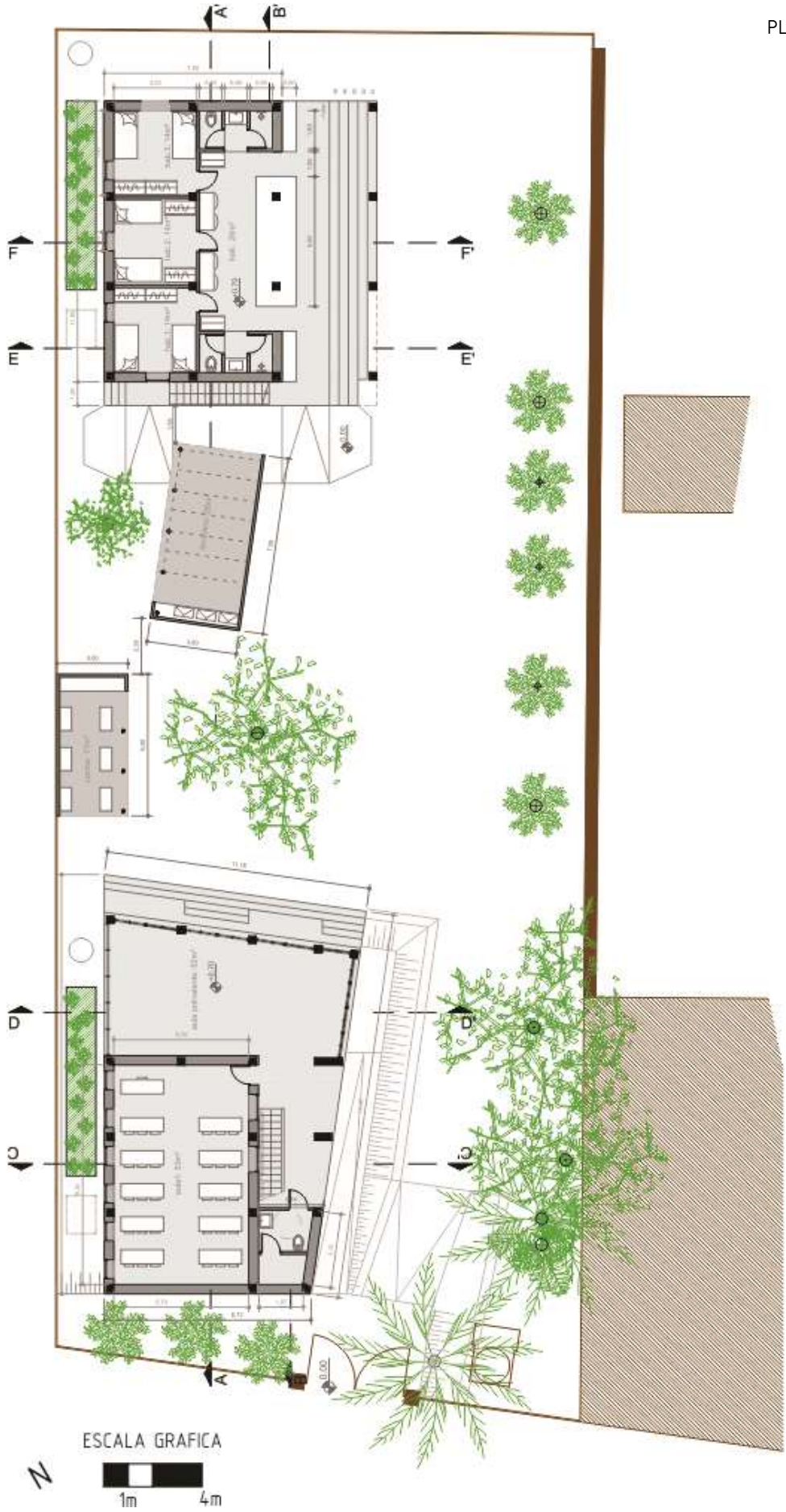
2ª fase:

- 6 apartamentos más (siendo uno destinado a ser la vivienda del orientador).
- 1 o 2 aulas más.



¹⁰ En el análisis solo se considera la fase 1 del proyecto, esto porque no hay confirmación cuando será ejecutada la fase 2.

PLANTA BAJA



PLANTA PRIMERA



ALZADOS VIVIENDA



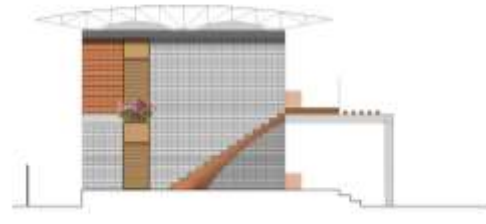
ESTE



OESTE



NORTE



SUR



OESTE



NORTE



SUR



ESTE

9.3. LA CIUDAD DE KOILAKUNTLA- ASPECTOS GENERALES

Koilakuntla está ubicada en el sur de India, en el distrito de Kurnool que pertenece al estado de Andra Pradesh. De características semi-rurales, cuenta con una población de 5000 habitantes.



9.4. LA ARQUITECTURA TRADICIONAL

La arquitectura tradicional se caracteriza por ser en piedra, con huecos reducidos y voladizos para protección solar. Normalmente las entradas tienen un porche donde el suelo se eleva. Las puertas cuentan con aberturas en su parte superior para permitir la ventilación aunque estén cerradas.

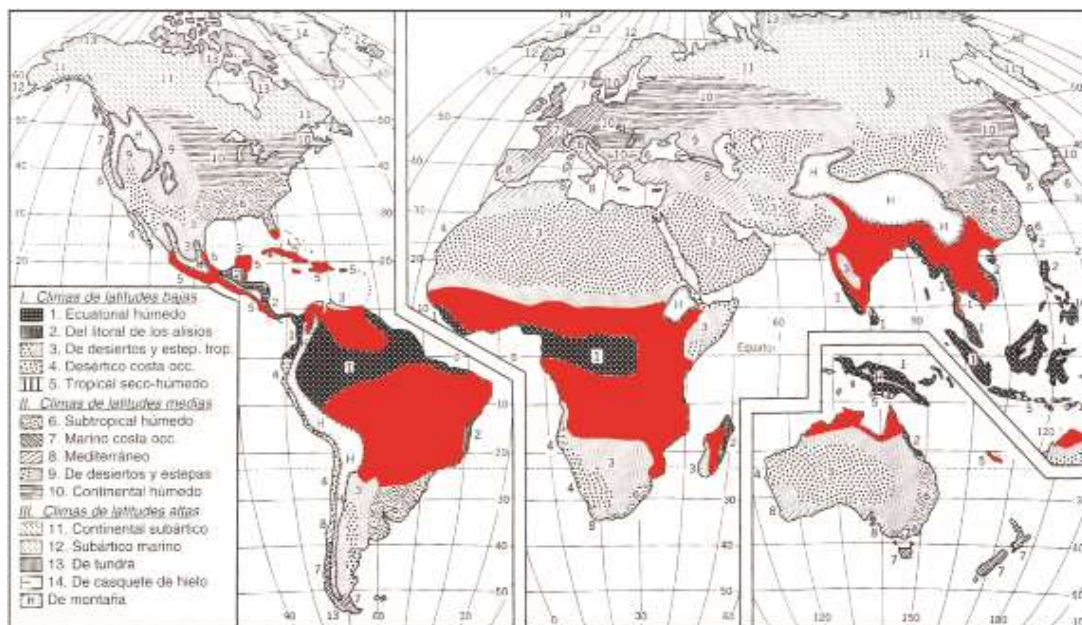


La cubierta está hecha con tierra compactada y estructuras de madera y bambú. En algunas viviendas la estructura de la cubierta presenta problemas por la falta de mantenimiento o la calidad de los materiales estructurales. Sin embargo la cubierta en tierra es una buena solución para regulación térmica en los espacios internos.



9.5. EL CLIMA

De acuerdo con la definición climática de Strahler¹¹ la región se caracteriza por el clima tropical seco-húmedo y tiene como principal característica su tipología compuesta, es decir, con oscilaciones entre períodos secos y húmedos. En estos climas suelen haber períodos de bajas temperaturas, sin embargo esta condición no se aplica a Koilkuntla.



Mapa de las zonas climáticas de Strahler. En rojo las localidades que presentan el mismo tipo climático.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los datos climáticos fueron obtenidos por el programa Climate Consultant 6.0- La elección de estos datos se justifican por la posibilidad de usarlos en las simulaciones en el Design Builder. La base de datos se encuentra a 80km de Koilkuntla, en la ciudad de Kurnool.

	ene.	feb.	mar.	abr.	may.	jun.	jul.	ago.	sep.	oct.	nov.	dic.
Temp. Bulbo seco	24	27	30	33	33	29	27	27	27	27	25	23
Humedad %	50	38	40	43	43	62	73	70	67	56	52	64
Dir. viento	140	140	140	110	270	270	270	270	270	0	0	0

Meses de monzones (cambio de la dirección de los vientos):

Temperaturas extremas: clima cálido y húmedo

*Humedad óptima-40 a 60% (GONZÁLEZ, Neila-"Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible" 2004)

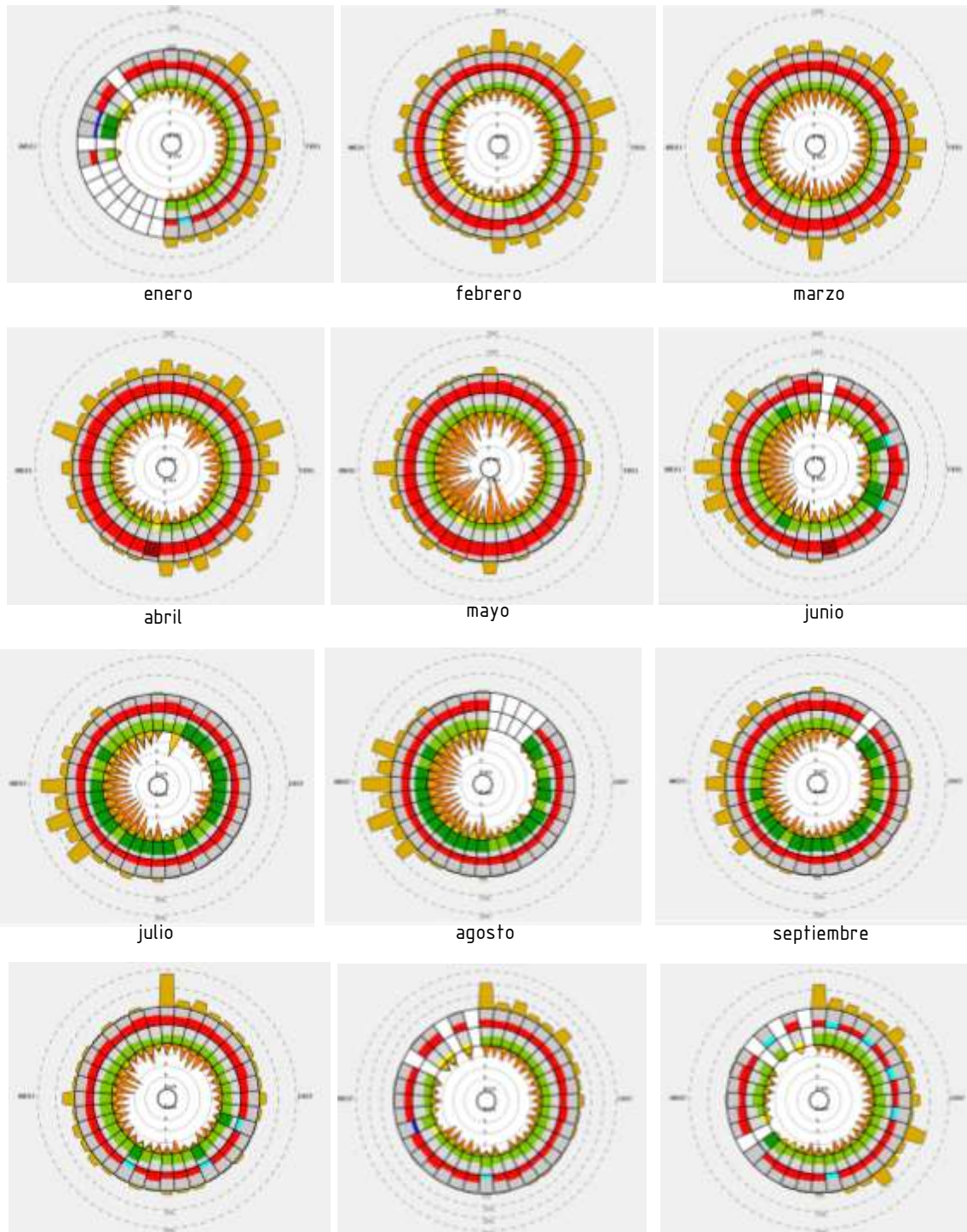
-temperatura: durante todo el año las temperaturas son altas durante los días y noches. La máxima temperatura de bulbo seco es de 33 grados en los meses de abril y mayo.

-humedad: la humedad es considerada óptima en los meses de enero a mayo, octubre y noviembre. Durante los meses de junio a septiembre se encuentran superiores al nivel óptimo. (Meses de monzones)

¹¹ A.N. Strahler, Physical Geography (3ªed.), 1969

-vientos: como característica típica de las monzones, los vientos cambian de dirección durante el año, siendo que durante los meses de monzones tiene la dirección 270º en relación al norte.

INTENSIDAD Y DIRECCIÓN DE LOS VIENTOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA CLIMATE CONSULTANT 6.0



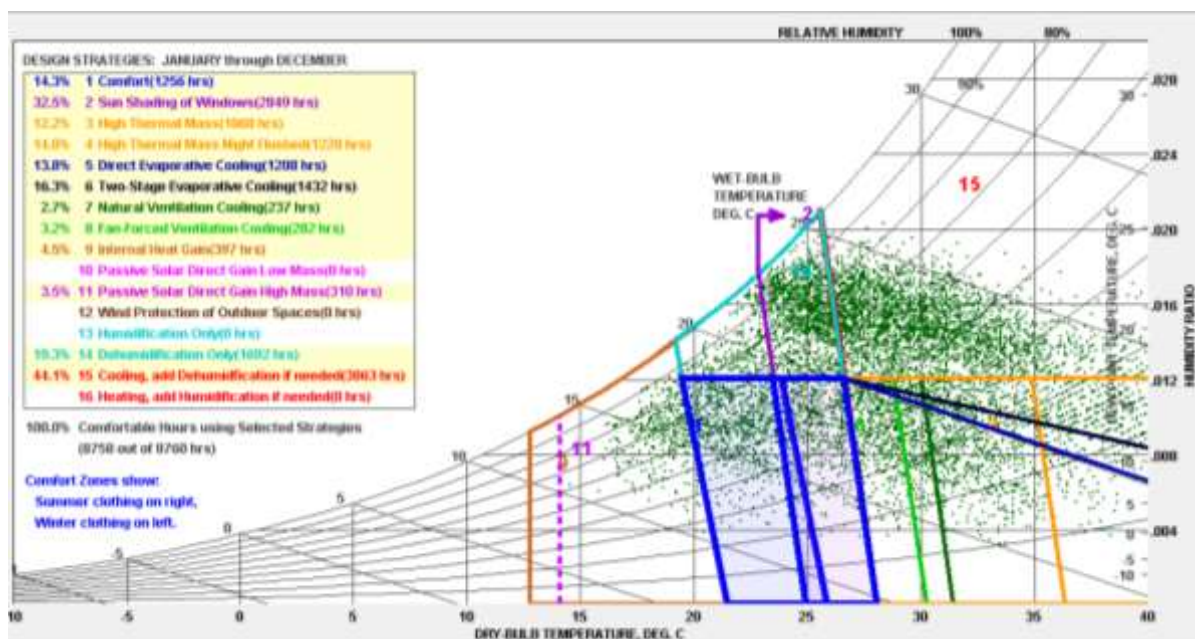
10. ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

A través de los invariables bioclimáticos, se puede identificar las mejores estrategias para un determinado clima. Para la definición del anteproyecto se utilizó como herramienta las estrategias de la arquitectura bioclimática para el clima cálido-húmedo. Esto porque se entiende que el clima-cálido húmedo es más extremo y de difícil control.

Estrategias generadas por el programa Climate Consultant:

El programa utiliza el diagrama de Givoni para calcular la cantidad de días del año que se obtiene el confort térmico, así como recomendar estrategias de intervención, tanto activas como pasivas.

Se concluye en la gráfica que solamente en el 15% de las horas entre los meses de enero y diciembre, una persona se encuentra en condición de confort térmico considerando el clima. También hace recomendaciones de proyecto como protección solar en las ventanas, enfriamiento evaporativo, ventilación natural, deshumidificación de los espacios internos y el uso de ventiladores en algunos momentos del año.



A partir de la gráfica de confort, se estudió de qué maneras se pueden hacer efectivas cada una de las estrategias.

1. Ventilación natural: orientación de las fachadas/ aperturas perpendicular a la dirección de los vientos (considerada la dirección en el período de monzones). En climas húmedos es necesario ventilar para evitar la sobrehumidificación de los espacios internos. (GONZÁLEZ, Neila-"Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible" 2004)

La ventilación es el principal elemento a ser considerado para este clima. Caso la dirección de los vientos se de en la misma orientación que la trayectoria solar, se debe priorizar

siempre la ventilación y buscar elementos que se puedan disminuir las ganancias solares.

-Cubiertas con espacio de aire ventilado.



Fig. 5.8. Tipos de cubiertas ventiladas.

GONZÁLEZ, Neila-"Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible" 2004

En el caso que aire que se vaya utilizar este caliente, la ventilación debe darse en la parte alta de la habitación, a través de aperturas tipo bandera.

La ventilación cruzada

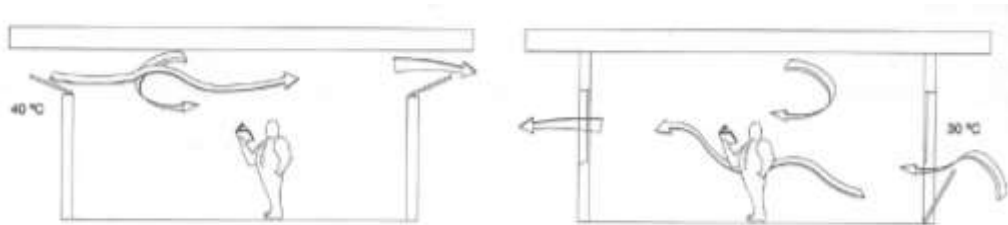


Fig. 5.20. Técnicas de ventilación según la temperatura del aire exterior.

GONZÁLEZ, Neila-"Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible" 2004

Elementos para favorecer la ventilación cruzada:

- Identificar la dirección de la presión positiva y negativa (donde incide el viento).
- Uso de huecos más pequeños donde incide el viento y más grandes por donde sale.

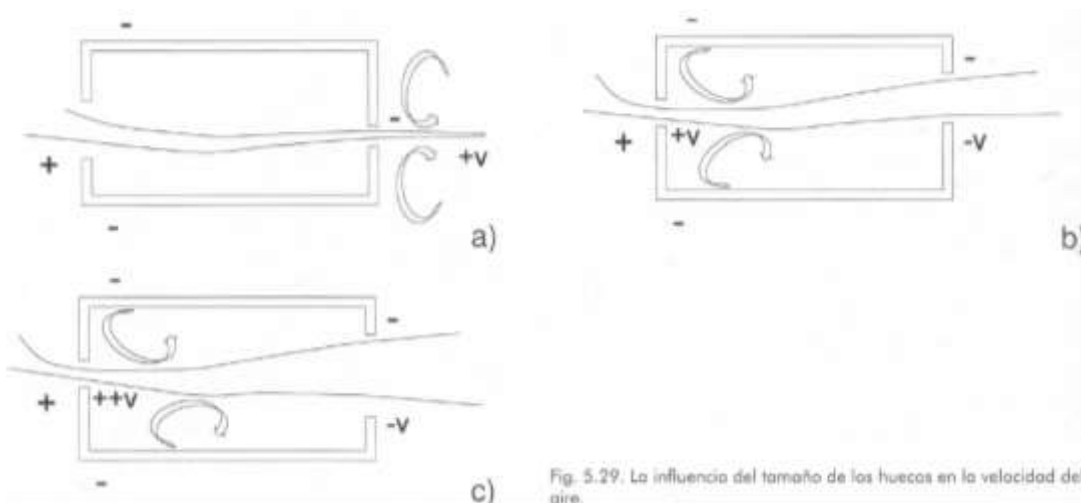


Fig. 5.29. La influencia del tamaño de los huecos en la velocidad del aire.

GONZÁLEZ, Neila-"Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible" 2004

-No dejar los huecos de entrada y salida del aire paralelos, buscar cambio de dirección del aire para así cubrir más zonas del espacio interior.

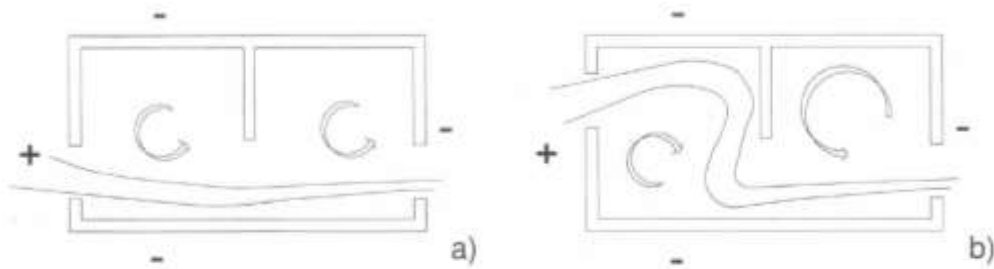


fig. 5.26. El cambio de dirección del aire de ventilación reduce su velocidad pero moviliza mejor el resto del aire de los locales.

GONZÁLEZ, Neila- "Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible" 2004

2. Protección solar: Protección solar en la fachada para evitar ganancias de calor. Las ganancias por las fachadas se deben reducir a través de voladizos en las cubiertas. No es necesario que haya gran inercia térmica para estos climas.

-Clima cálido y húmedo= inercia térmica de las paredes externas no muy alta ($m > 1,5$; $p < 300 \text{ kg/m}^2$). Esto porque con inercias térmicas muy elevadas se dificulta la eliminación del calor acumulado durante el día. (BARROS, Anésia- "Manual de Conforto Térmico")

3. Ventilación mecánica: ventiladores para forzar la ventilación cruzada. Deben estar ubicados en la parte alta de la habitación para eliminar el aire caliente que se concentra en esta zona.

11. LA METODOLOGÍA VerSus
11.1 AMBIENTAL

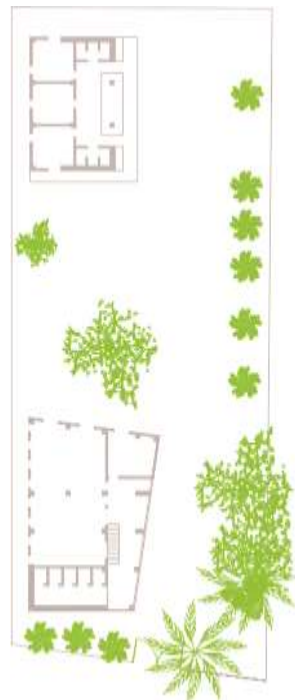


1. RESPETAR LA NATURALEZA: El hábitat se integra en el ecosistema sin perjudicar a los otros elementos del mismo

- asegurar la elección del lugar apropiado
- reducir el impacto de las intervenciones
- asegurar condiciones para regeneración del sitio
- integrar con la morfología del entorno
- comprender las características del sitio

El terreno escogido está situado en el límite del municipio, en un espacio plano y alejado de grandes construcciones.

La característica más importante del sitio es la cantidad de árboles existentes. Como se optó por mantener los árboles en el terreno, la implantación de los edificios tuvo su geometría pre establecida.





2. IMPLANTARSE ADECUADAMENTE: El hábitat saca provecho de las características bioclimáticas del sitio

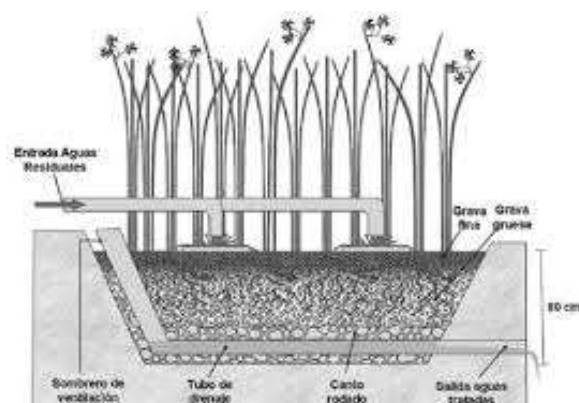
- escoger la orientación más adecuada
- considerar la hidrografía y el manejo de las aguas
- sacar provecho de la topografía del terreno
- incorporar energía solar
- sacar provecho de la inercia del suelo

La orientación del edificio fue determinada a través de estudios bioclimáticos y se dio de acuerdo con la dirección de los vientos en los meses de monzones. El terreno es completamente plano.

El manejo de aguas es un elemento muy importante sobre todo por el desagüe de aguas negras y grises. Esto porque en India las aguas subterráneas están contaminadas por la gran cantidad de desechos y la falta de sistemas de alcantarillado en gran parte del país. Como estrategia para purificar el agua residual antes de que se filtre en el suelo se harán humedales con gravas y plantas acuáticas.

La incorporación de energía solar no se hace posible por tratar de un proyecto con presupuesto muy limitado.

Sacar provecho de la inercia térmica no genera ventajas en este caso. En el caso de clima cálido-húmedo aprovecharse del contacto con el suelo no es algo positivo, esto porque habrá más humedad y con esto la sobrehumidificación de los espacios internos. Por lo tanto este punto no se aplica a cualquier contexto.



ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO HUMEDALES FILTRANTES



3. DISMINUIR LA CONTAMINACIÓN Y LOS DESECHOS: El hábitat optimiza los recursos para no contaminar el lugar del que forma parte

- utilizar materiales locales y disponibles
- utilizar materiales reciclables o reciclados
- reducir la pérdida de energía térmica
- utilizar recursos energéticos disponibles
- planear el mantenimiento y extender la vida útil de los materiales

	MATERIAL	ORIGEN
ESTRUCTURA	hormigón	Nandyal (37km)
	acero	Hyderabad (300km)
	bambu forjado	10km de KKL
	cimiento forjado	Nandyal (37km)
	cerámico suelo	Nandyal (37km)
VEDACIONES	pizarra	30km de KKL
	bricks cerámicos	Nandyal (37km)
CARPINTERIA	madera carpintería	10km de KKL
CUBIERTA	Chapa de zinc	Hyderabad (300km)
	acero estructura	Hyderabad (300km)

El terreno es plano y contiene una pequeña caseta que será demolida y sus residuos serán utilizados para hacer la base del edificio que debe estar elevado del nivel del terreno para que no haya humedades y problemas con las lluvias intensas.

Los materiales fueron escogidos de acuerdo con su local de procedencia y huellas asociadas a su producción. En algunos casos como la escoja de la estructura en acero en hormigón se dio por la falta de materiales locales con funciones estructurales. Una alternativa seria la estructura en madera, sin embargo esta proviene de África y por lo tanto lleva huellas asociadas a su transporte. En los forjados se reemplazara el acero por bambú que es cultivado en la propia ciudad.

La cubierta en chapa de zinc es una alternativa muy común en países subdesarrollados por su amplia disponibilidad. Sin embargo, observando la arquitectura tradicional se pudo identificar alternativas de cubiertas ecológicas como la de tierra. La sustitución por este tipo de cubierta reduciría las huellas asociadas a la producción y transporte del producto, el costo económico y también las ganancias térmicas en el interior del edificio (a comprobar).



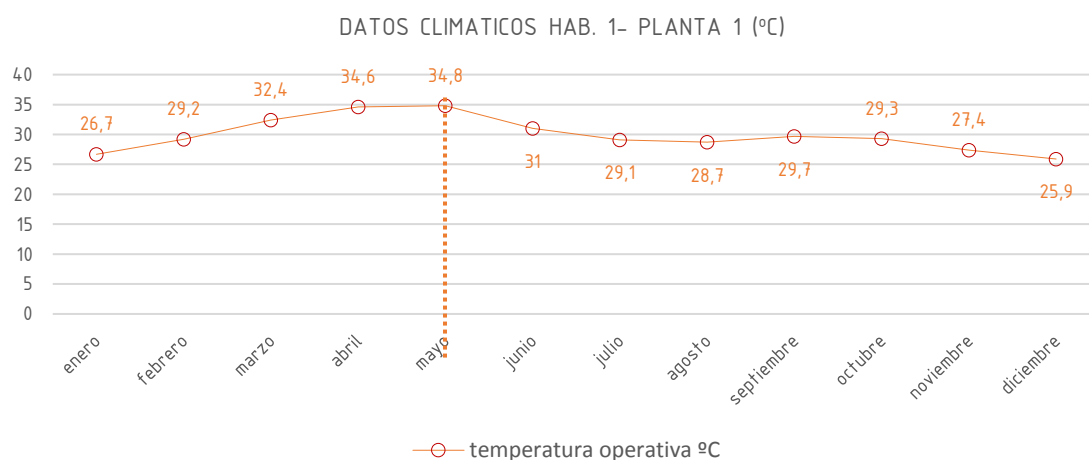
4.PRESERVAR LA SALUD: El hábitat permite que la vida se desarrolle en ambientes sanos

- mejorar la temperatura y niveles de humedad internos a valores aceptables
- garantizar adecuada ventilación natural
- garantizar la mejor iluminación natural y radiación solar
- utilizar sistemas pasivos de calefacción (no se aplica)
- evitar materiales tóxicos

Este criterio se relaciona sobre todo con los conceptos de la arquitectura bioclimática y será evaluado bajo la herramienta bioclimática y simulaciones de confort térmico, con la finalidad de proponer cambios para generar mejores índices de confort térmico en los espacios internos. Hay que tener en cuenta que en el proyecto analizado no se aplican estrategias activas de control térmico, aunque las mismas se hagan necesarias prácticamente durante todo el año. Por lo tanto las estrategias pasivas buscan mejorar las condiciones de confort térmico al máximo.

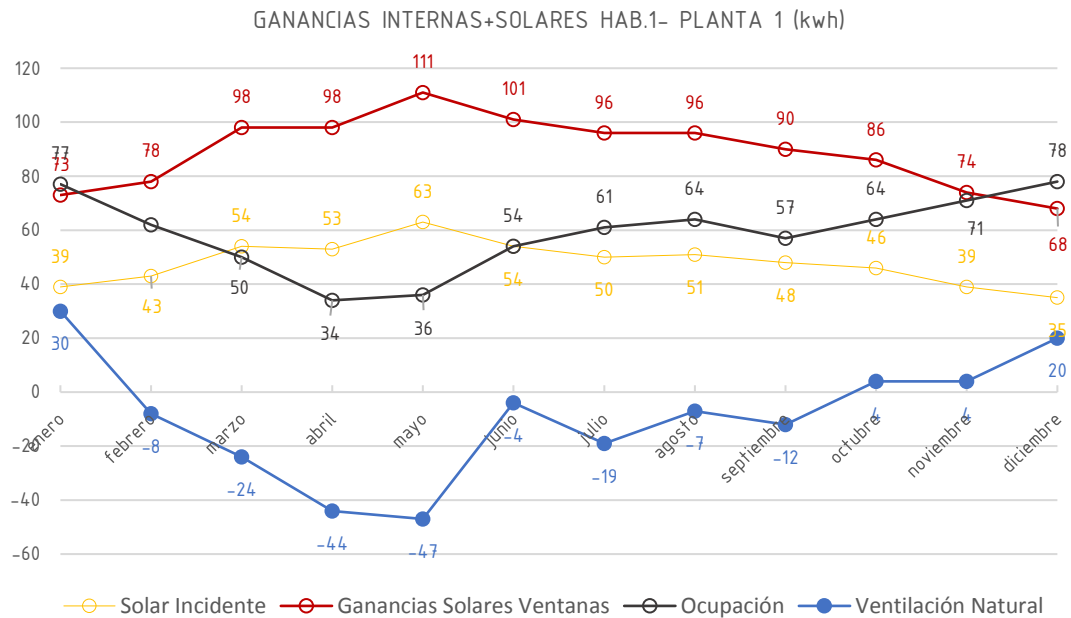
-mejorar la temperatura y niveles de humedad internos a valores aceptables

Con la finalidad de generar mejor confort térmico en el espacio interno a través de técnicas pasivas, será analizada una de las habitaciones del edificio para identificar su temperatura operativa y de qué manera se puede intervenir utilizando las herramientas bioclimáticas con la finalidad de bajar dicha temperatura.



TEMPERATURA DEL AIRE: temperatura media del aire en la zona
 TEMPERATURA RADIANTE: temperatura radiante media en el interior de la zona
 TEMPERATURA OPERATIVA: promedio de las temperaturas del aire y radiantes interiores.

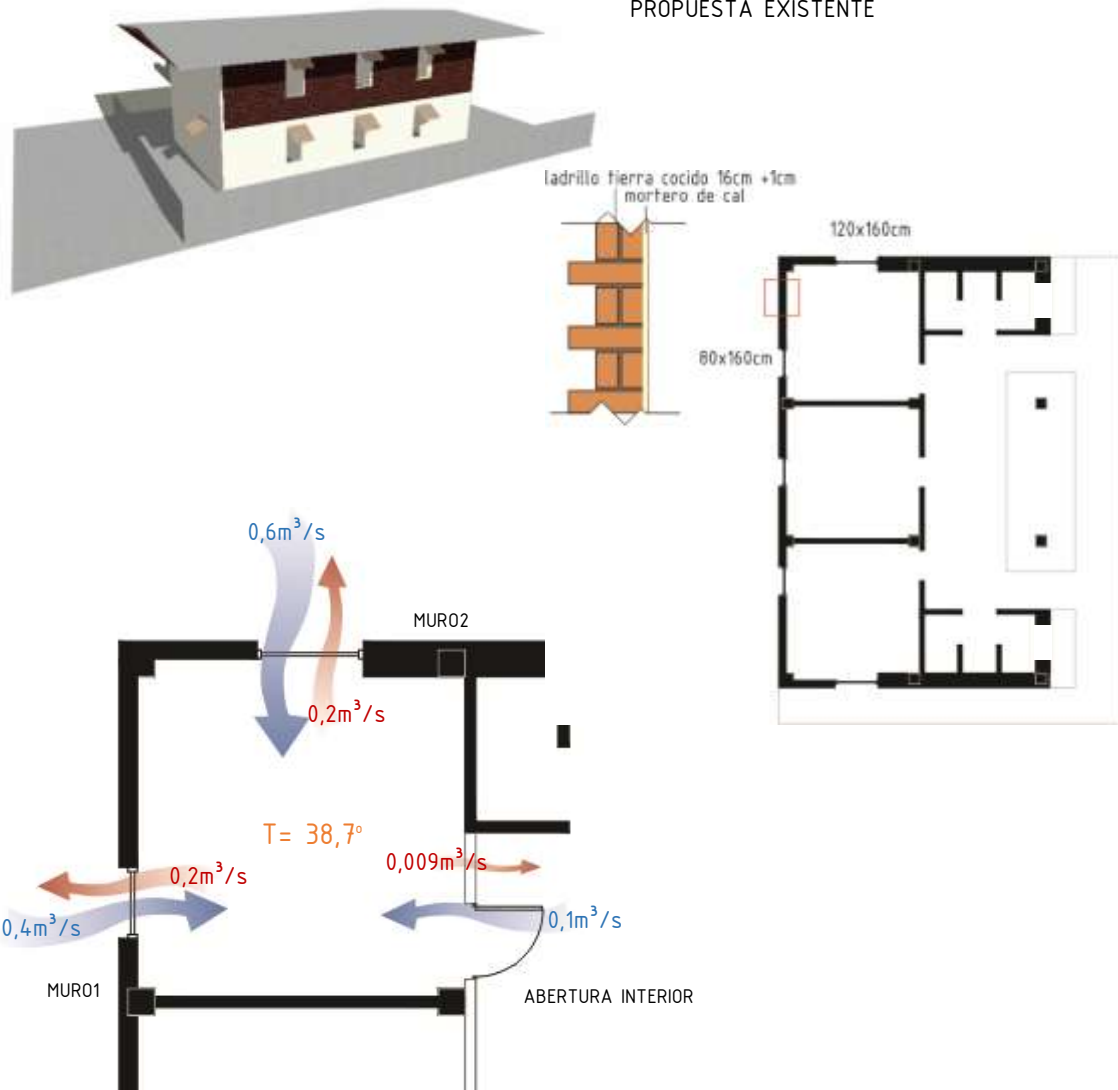
La máxima temperatura operativa media mensual se da en el mes de mayo, siendo por lo tanto el mes que se utilizara en el análisis. Para bajar la temperatura de un espacio interno a través de estrategias pasivas se debe reducir las ganancias térmicas, siendo que la mejor manera de hacerlo es través del control de la radiación solar en las fachadas y ventanas. También se busca generar buena ventilación natural con la finalidad de mejorar la sensación de confort del usuario.



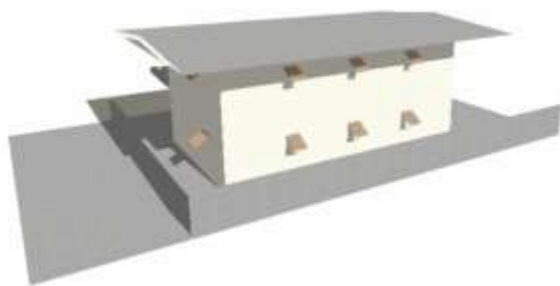
A través de la gráfica de ganancias se puede observar que las principales ganancias se dan por las ventanas, seguida por la radiación solar incidente en fachada. La ventilación en los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre generan ganancias internas, debiendo por lo tanto estar cerradas en estos meses.

Con la finalidad de reducir la radiación por ventanas y fachada se hicieron dos propuestas alternativas a la propuesta existente, que serán evaluadas en sus ganancias, temperatura operativa y ventilación. El análisis se hizo en el día 5 mayo a las 17 horas. Además de analizar la propuesta existente, se estudiará una alternativa con reducción de la dimensión de los huecos y mejora de la inercia térmica en la fachada, y una segunda donde se elimina la ventana más grande.

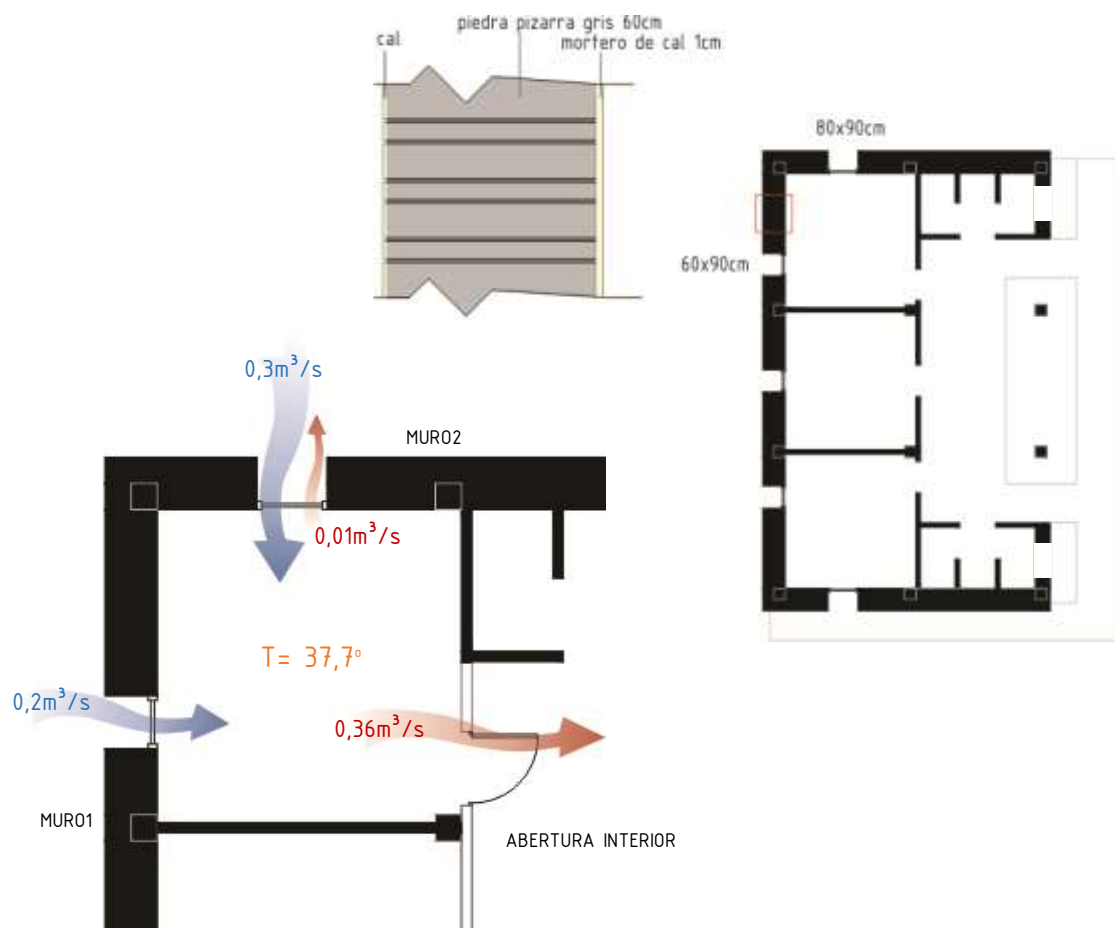
PROPUESTA EXISTENTE



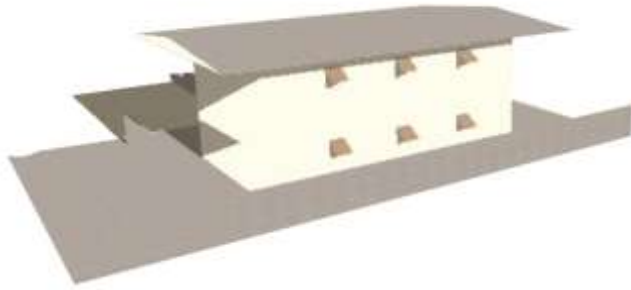
5 de mayo, 17:00horas		
TEMPERATURA OPERATIVA		
		38,7° C
MURO 1	CAUDAL ENTRANTE VENTANA	0,4 m ³ /s
	CAUDAL SALIENTE VENTANA	0,2 m ³ /s
	GANANCIA VENTANA	0,3kw
	GANANCIA SOLAR FACHADA	3,4 kw
MURO 2	CAUDAL ENTRANTE VENTANA	0,6 m ³ /s
	CAUDAL SALIENTE VENTANA	0,2 m ³ /s
	GANANCIA VENTANA	0,1kw
	GANANCIA SOLAR FACHADA	0,8kw
PARTICIÓN INTERNA	CAUDAL ENTRANTE ABERTURA INT.	0,1 m ³ /s
	CAUDAL SALIENTE ABERTURA INT.	0,009 m ³ /s



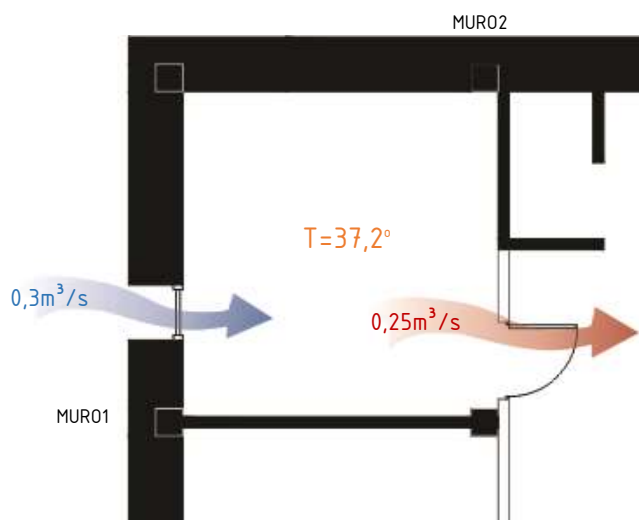
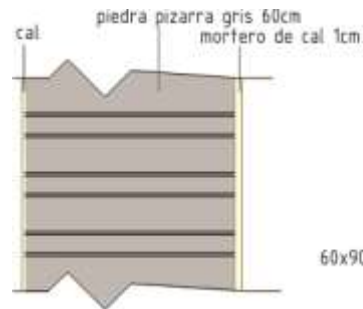
PROPUESTA 1: AUMENTO DE LA INERCIA TERMICA EN LOS MUROS Y REDUCCIÓN LA DIMENSIÓN DE LAS VENTANAS



5 de mayo, 17:00horas		
	TEMPERATURA OPERATIVA	37,7° C
MURO 1	CAUDAL ENTRANTE VENTANA	0,2 m ³ /s
	CAUDAL SALIENTE VENTANA	0 m ³ /s
	GANANCIAS VENTANA	0,07 kw
	GANANCIAS FACHADA	3,37 kw
MURO 2	CAUDAL ENTRANTE VENTANA	0,3 m ³ /s
	CAUDAL SALIENTE VENTANA	0,01 m ³ /s
	GANANCIAS VENTANA	0,03 kw
	GANANCIAS FACHADA	0,8 kw
PARTICIÓN INTERNA	CAUDAL ENTRANTE ABERTURA INT.	0 m ³ /s
	CAUDAL SALIENTE ABERTURA INT.	0,36 m ³ /s



PROPUESTA 2: AUMENTO DE LA INERCIA TERMICA EN LOS MUROS Y ELIMINACIÓN DE UNA DE LAS VENTANAS

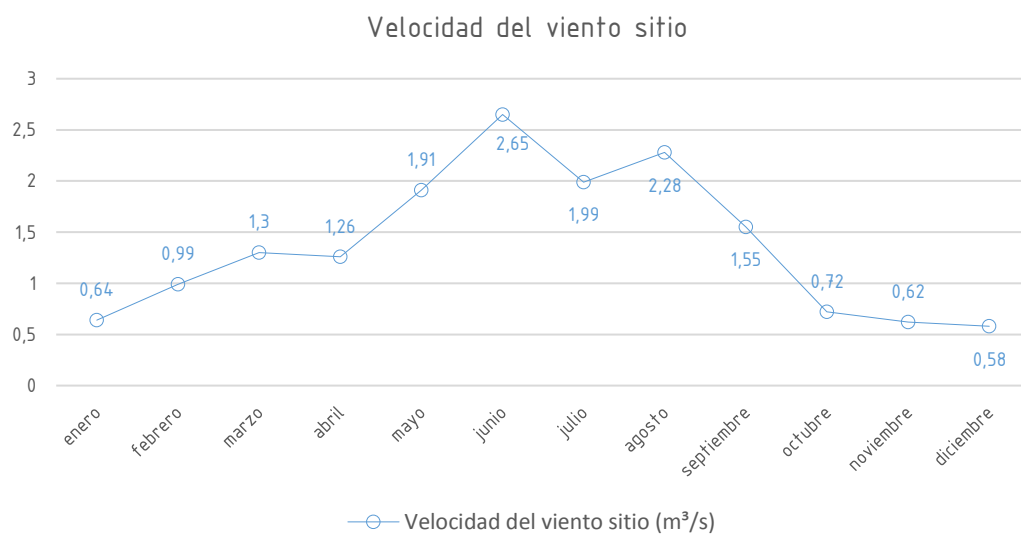
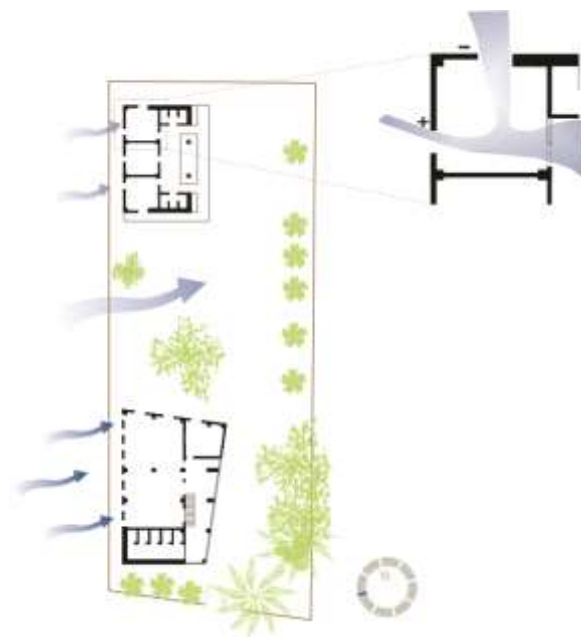


5 de mayo, 17:00horas		
	TEMPERATURA OPERATIVA	37,2 ° C
MURO 1	CAUDAL ENTRANTE VENTANA	0,3 m³/s
	CAUDAL SALIENTE VENTANA	0 m³/s
	GANANCIAS VENTANA	0,07 kw
	GANANCIAS FACHADA	-0,05 kw
MURO 2	CAUDAL ENTRANTE VENTANA	-
	CAUDAL SALIENTE VENTANA	-
	GANANCIAS VENTANA	-
	GANANCIAS FACHADA	-0,06 kw
PARTICIÓN INTERNA	CAUDAL ENTRANTE ABERTURA INT.	0 m³/s
	CAUDAL SALIENTE ABERTURA INT.	0,25 m³/s

Comparando las tres propuestas y considerando como criterio principal de evaluación la temperatura operativa en la habitación, la propuesta 3 es la que presenta menor temperatura. Aunque la ventilación natural se haga de manera más efectiva en la propuesta 2, las ganancias solares por las ventanas generan mayores ganancias internas.

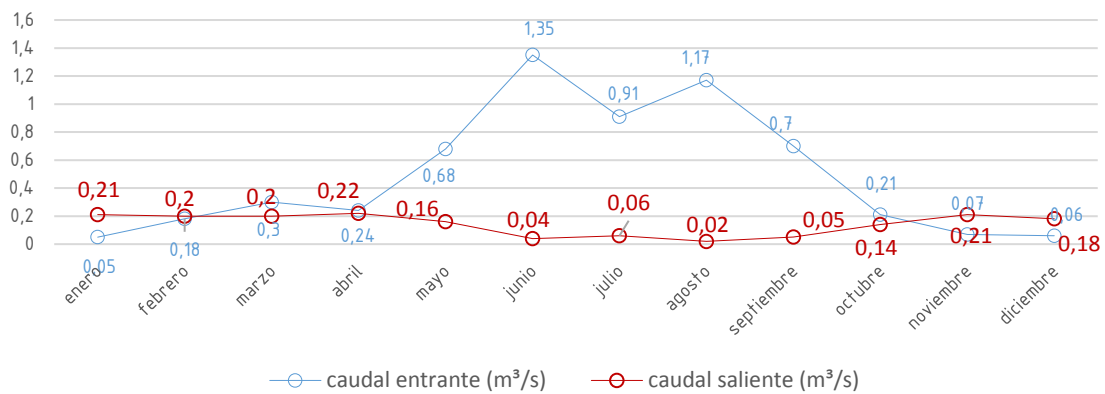
–garantizar adecuada ventilación natural

La ventilación natural fue la prioridad en la implantación del edificio, siendo que las ventanas principales fueron direccionadas en el sentido de los vientos predominantes en el periodo de monzones (W). En los espacios internos se buscó la ventilación cruzada y con diferencia de tamaños entre aperturas para generar diferencia de presión y con esto el incremento de la velocidad.

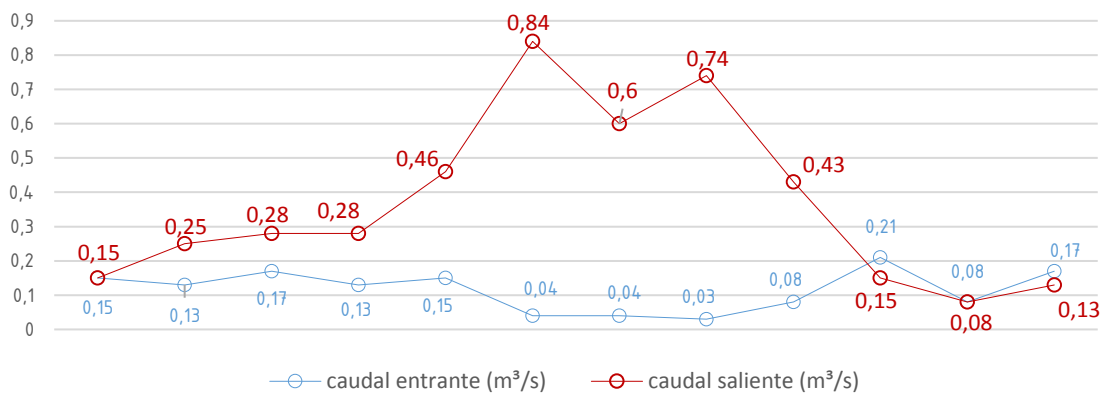


ANALISIS DEL CAUDAL DE VIENTO EN LA PROPUESTA ORIGINAL

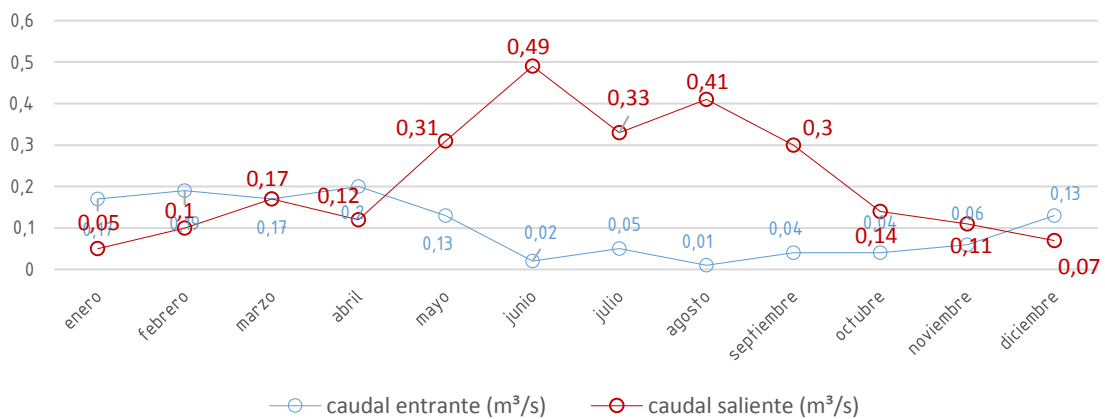
Caudal de aire-ventana 1



Caudal de aire-ventana 2



Caudal de aire-abertura superior



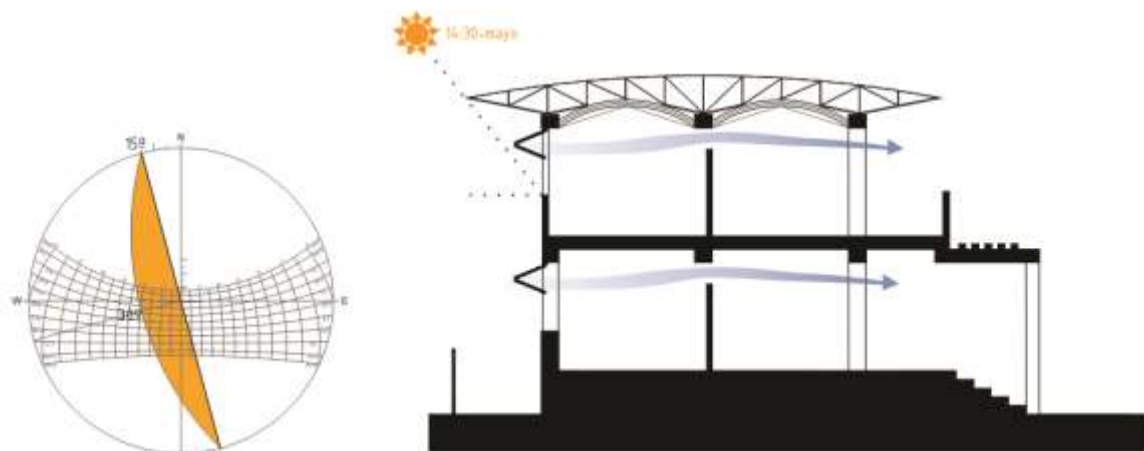
A través de las gráficas se puede concluir que el caudal de viento entrante predominante se da por la ventana 1, siendo que en la ventana 2 y la abertura se da la salida del aire, que se divide entre ambas. Considerando la propuesta 3, donde no habría la ventana 2, el caudal de salida se daría exclusivamente por la abertura superior, que es completamente sombreada por estar en un espacio semi interior y por lo tanto no genera ganancias solares por radiación en el hueco.

También se pudo observar que el flujo del aire se da de la manera como se deseaba, con el caudal entrante en la ventana 1, y la salida a través de ventilación cruzada.

–garantizar la mejor iluminación natural y radiación solar

La iluminación natural se hace por las grandes aperturas que deben estar protegidas de la insolación para evitar ganancias por radiación en las aperturas y en la fachada.

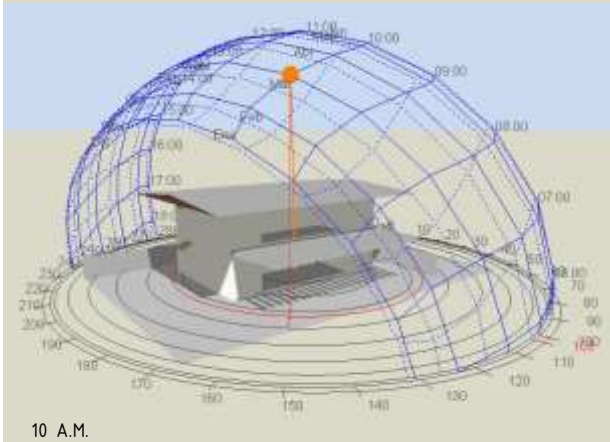
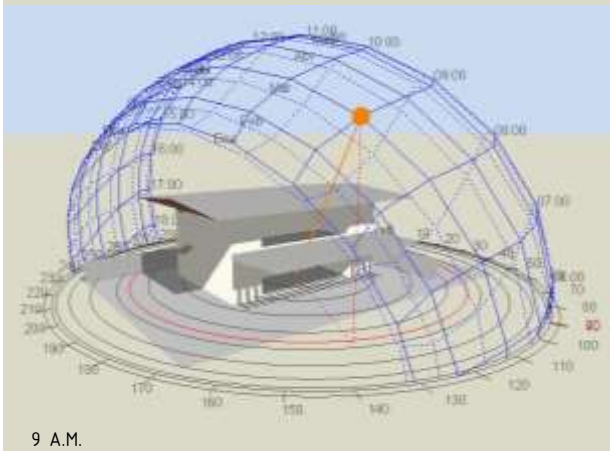
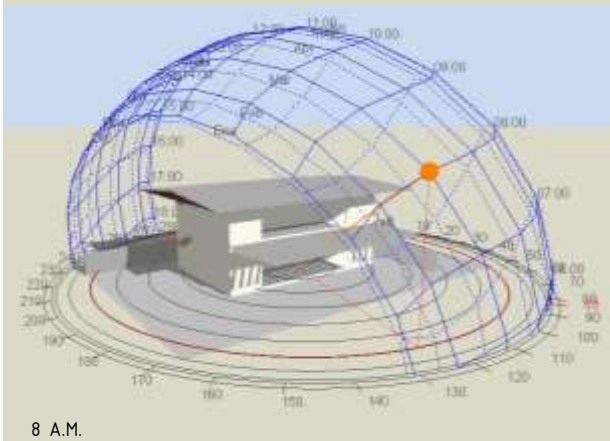
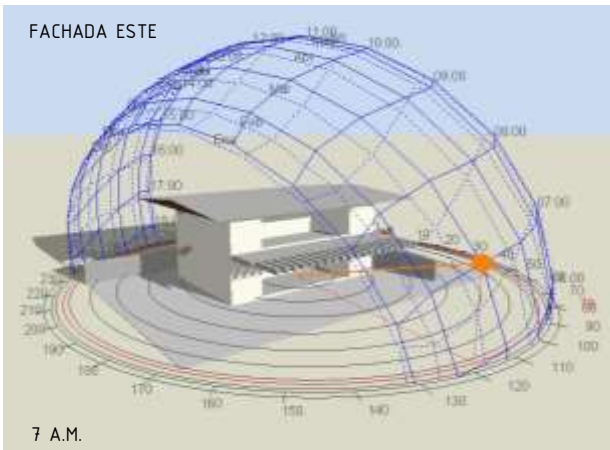
También se propuso el voladizo en la cubierta que protege la fachada noroeste de 12 a 14:30 durante los meses de mayor intensidad solar. Las ventanas fueron pensadas para que funcione como quiebra sol cuando estén abiertas, evitando la incidencia solar directa en la habitación.



Carta solar y representación gráfica de incidencia solar en el mes de mayo

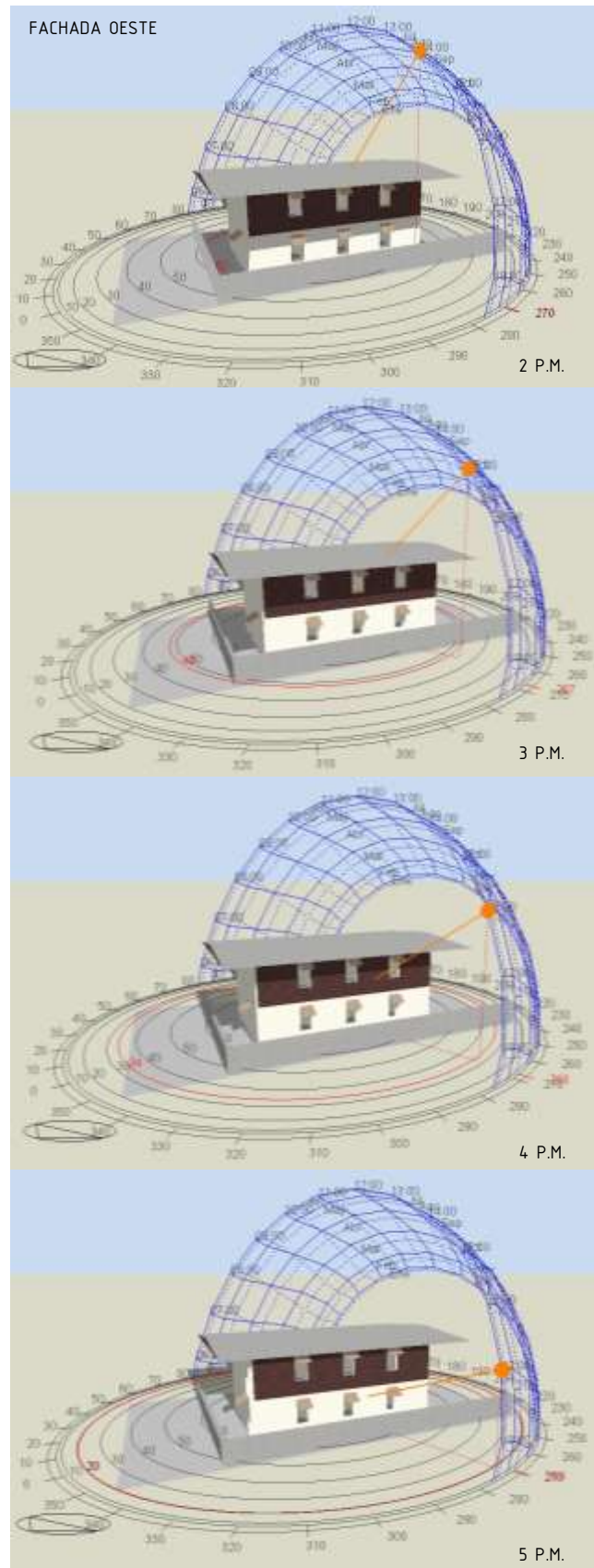
Con la finalidad de identificar posibles problemas de exceso de incidencia solar, se hizo el análisis detallado de la insolación con el programa Design Builder. El mes escogido fue el de incidencia perpendicular a la fachada.

FACHADA ESTE

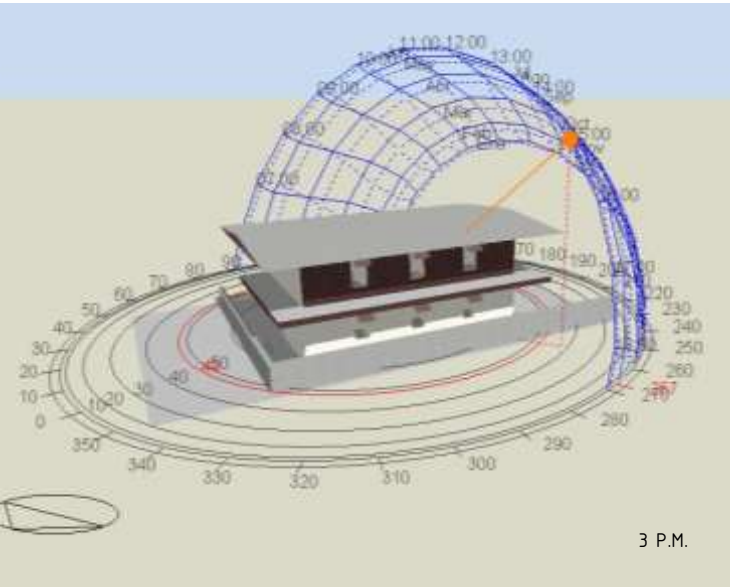


DESDE LAS 8 A.M. EL ESPACIO INTERNO SE
ENCUENTRA PARCIALMENTE SOMBREADO Y DE
9 A 10 P.M. COMPLETAMENTE SOMBREADO.

DURANTE TODA LA TARDE LA PLANTA BAJA TIENE INCIDENCIA SOLAR DIRECTA Y LA PLANTA PRIMERA DESDE LAS 4 P.M.

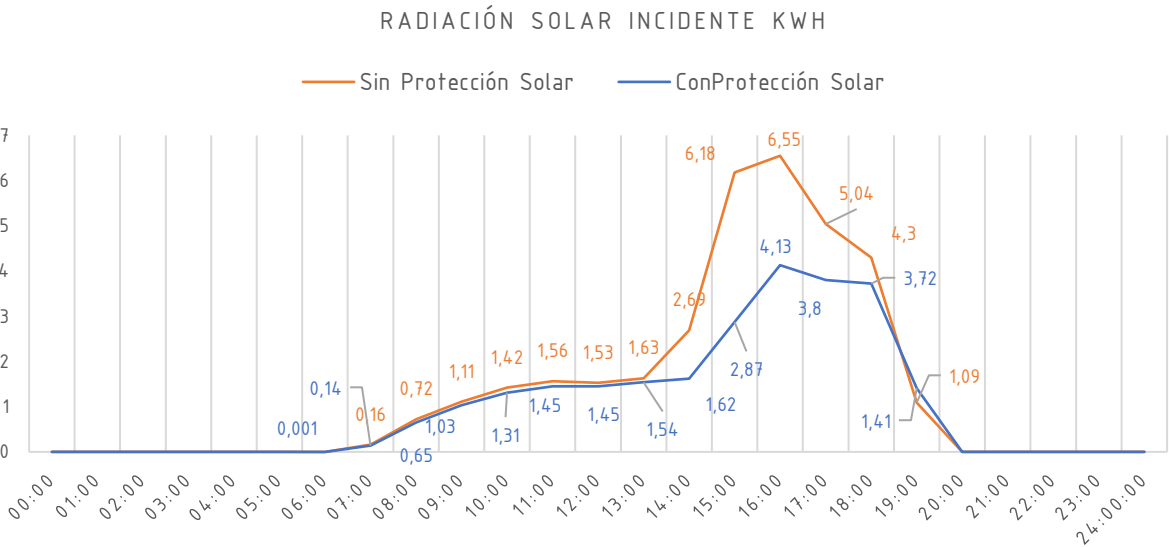
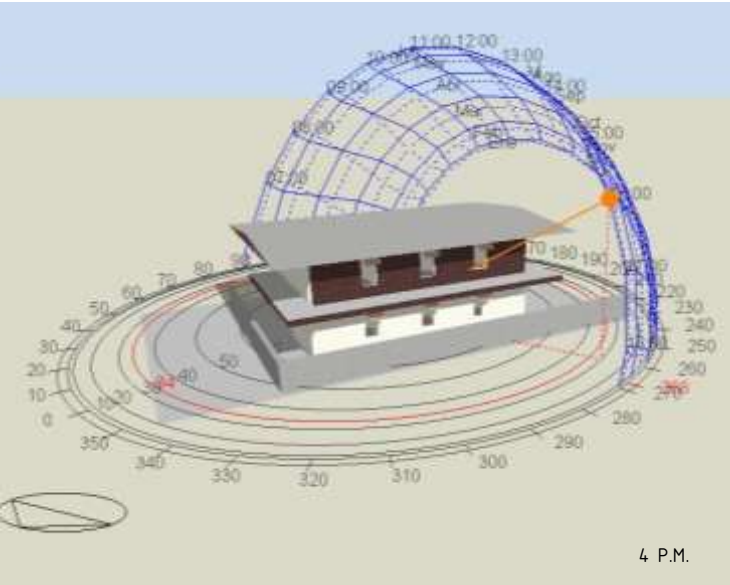


Propuesta: Protección solar en planta baja fachada oeste con la finalidad de reducir las ganancias por radiación en fachada y ventanas.



En el análisis de soleamiento se observa que la protección solar funciona solamente hasta las 4 P.M.

Las gráficas de ganancias térmicas obtenidas por simulación permite averiguar que las ganancias solares reducen a casi dos tercios en algunos horarios del día.

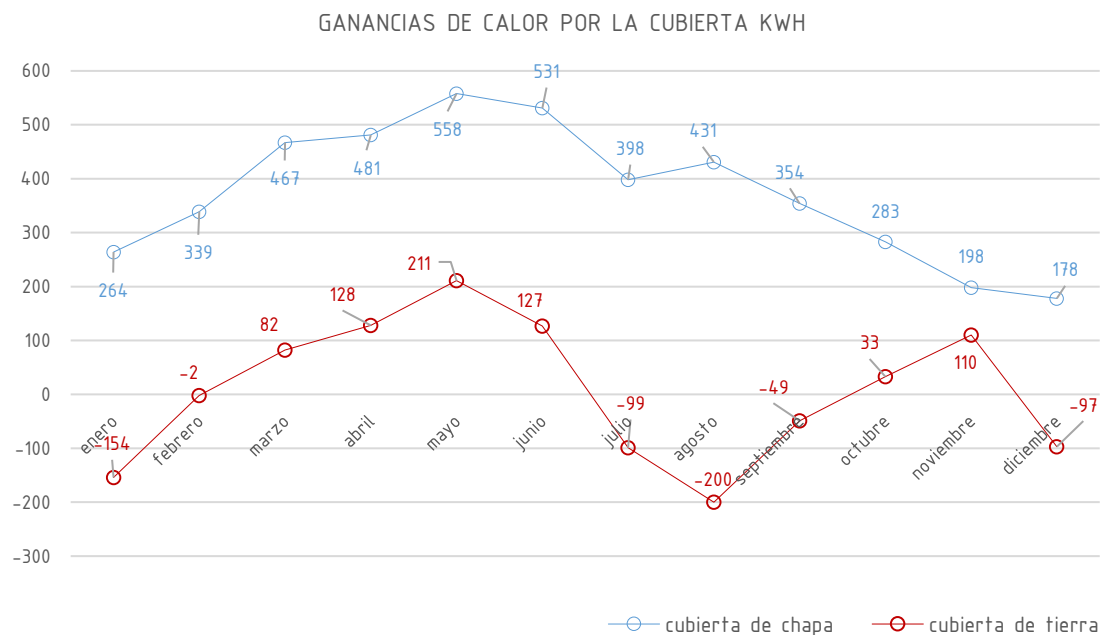


-evitar materiales tóxicos

Los principales materiales utilizados en la propuesta provienen de cercanía y son de fabricación sencilla, es decir, no demandan grandes cantidades de energía en su fabricación o procesamiento. Los principales materiales utilizados son:

La cubierta en chapa de zinc es un elemento cuestionable, esto porque se trata de un material no local y no reciclable. Se entiende que materiales como el hormigón en la estructura por ejemplo fueron escogidos por la falta de materiales locales para la construcción de un edificio de dos plantas. Sin embargo en el caso de la cubierta se pueden encontrar opciones alternativas, más sostenibles en el sentido de que demandan menos en locales con grande incidencia solar las cubiertas metálicas se sobrecalientan lo que puede generar

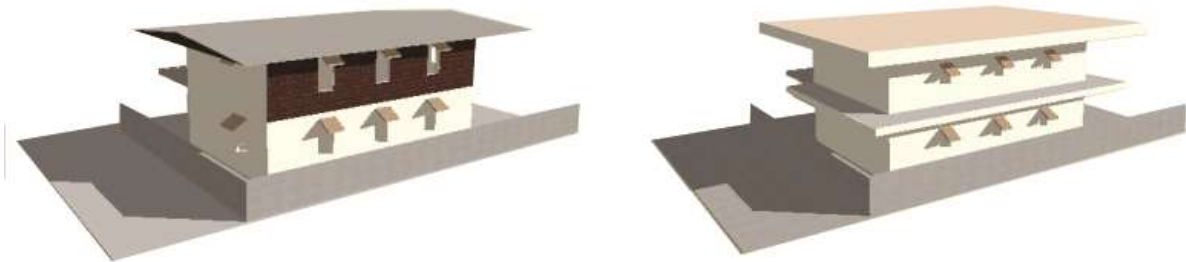
Evaluando las ganancias de calor por la cubierta de chapa comparada a la de tierra, se puede constatar que la primera presenta peor desempeño térmico con elevadas ganancias durante todo el año. En cambio la cubierta de tierra tiene ganancias más bajas e incluso en algunos momentos de año genera pérdidas de calor, mejorando la sensación de confort térmico en el interior del edificio.



Conclusión: nueva propuesta

Combinando todos los cambios en la propuesta original con la finalidad de cumplir con todos los criterios del análisis, la propuesta final sufre cuatro cambios principales:

- sustitución del ladrillo de tierra en planta 1 por piedra -> aumentar la inercia para reducir ganancias solares por fachada.
- reducción en la dimensión y número de ventanas -> evitar las ganancias a través de los huecos.
- sustitución de la cubierta de chapa metálica para tierra compactada -> búsqueda de materiales ecológicos reciclables y reducción de huellas de CO₂
- introducción de elemento de protección solar en la planta baja -> evitar ganancias por la fachada y ventanas en planta baja.



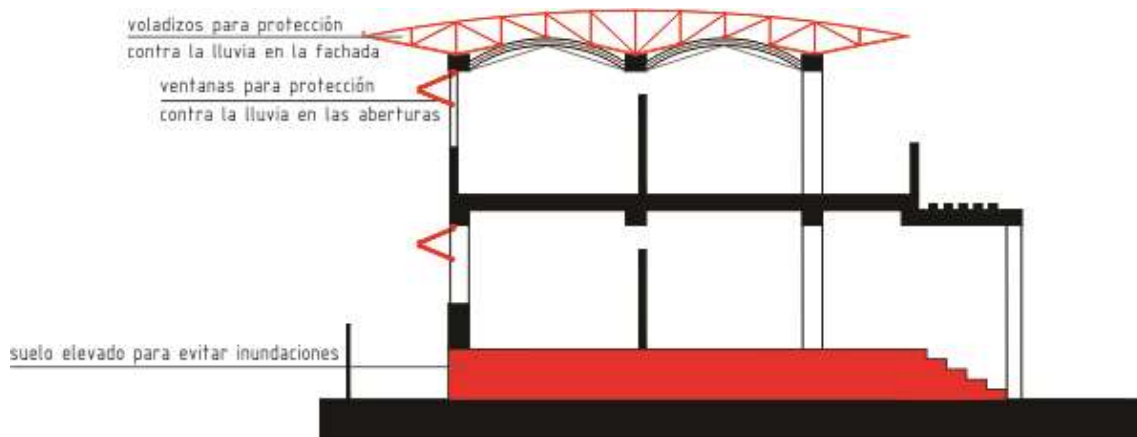
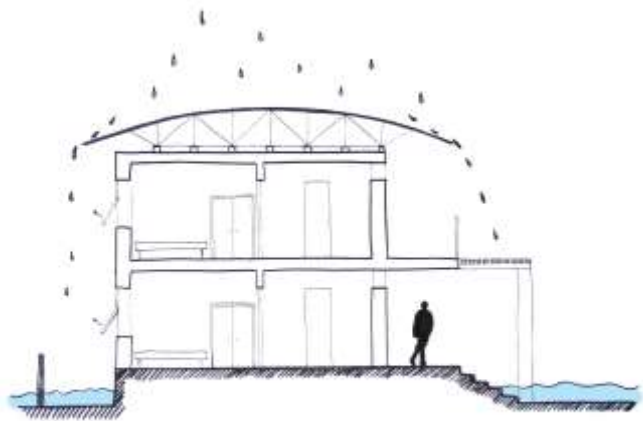
PROPUESTA EXISTENTE x NUEVA PROPUESTA



5. MINIMIZAR LOS EFECTOS DE LOS RIESGOS NATURALES: El hábitat ofrece un entorno de seguridad y protección sus habitantes

- proporcionar una guía práctica para anticipar y mitigar los riesgos
- desarrollar sistemas de construcción fuertes y flexibles
- considerar los riesgos específicos del local
- incorporar medidas técnicas para reducir la vulnerabilidad del lugar
- incorporar estrategias de recuperación pos desastres

En Koilakuntla no hay desastres naturales, a excepción de inundaciones esporádicas por las monzones. Para proteger el edificio de las lluvias la estrategia fue elevar el suelo a 60cm con relación a nivel del terreno y también proteger las fachadas para que no se desgasten, así como las aberturas para que no permitan la entrada de agua en el interior de las habitaciones.



11.2. SOCIO-CULTURAL



- proteger el paisaje cultural
- transferir la cultura de la construcción tradicional
- mejorar la creatividad
- reconocer los valores intangibles
- fomentar la cohesión social

La construcción tradicional fácilmente reconocible en Koilakuntla es vista con cierto prejuicio por parte de la población, que relaciona como una tipología utilizada por personas de bajos ingresos y que no tienen otra alternativa para construir. Es importante valorar esta tipología, comprobando su calidad funcional, térmica y también estética.

Para esto la construcción será ejecutada por mano de obra local y con ayuda de jóvenes voluntarios que aprenderán un nuevo oficio y también tomaran consciencia de la importancia de la arquitectura tradicional. También se busca con eso generar sensación de pertenencia por parte de los jóvenes que serán responsables por el mantenimiento del edificio.

11.2 SOCIO-ECONÓMICO



- apoyar la autonomía
- promocionar actividades locales
- optimizar los esfuerzos de la construcción
- extender la vida útil de los edificios
- ahorrar recursos

La escoja de la mano de obra local para ejecución de la construcción y la compra de materiales locales resulta en mayor actividad económica a nivel local y con esto busca la autonomía a nivel regional. Estos criterios podrán ser mejor analizados durante la construcción, donde se podrá observar el nivel de cohesión social en el pueblo. El ahorro de recursos y la vida útil fueron criterios de escoja de los materiales constructivos.

Aparte de las conclusiones específicas mencionadas en apartados anteriores, las conclusiones generales fueron:

- La propuesta de mejora para el edificio contiene los principales elementos de la arquitectura tradicional de Koilakuntla.

- Las simulaciones térmicas comprobaron la eficiencia de las soluciones tradicionales existentes.

- El estudio bioclimático previo es de gran importancia. Sin embargo las simulaciones permiten mejor exactitud en los resultados y por lo tanto no deben ser reemplazadas.

- A través del análisis medio-ambiental de los edificios bajo la metodología versus fue posible identificar los puntos débiles del proyecto así como proponer soluciones. Se ha entendido que la metodología es bastante completa en esta temática aunque algunos puntos de los criterios no tengan valor universal, es decir, no se aplican a todos proyectos.

- Los criterios socio-culturales y socio-económicos deben ser evaluados in situ y posteriormente justificados.

Relacionando el estudio con los valores del master fue posible aplicar el concepto de sostenibilidad al proyecto de arquitectura y también se aplicara a su construcción. Se entiende sostenibilidad como la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer futuras generaciones, característica existente en la arquitectura vernácula y que debe por lo tanto ser incorporada a las demandas actuales con la finalidad de reducir los recursos a la vez que se mejora la habitabilidad.

ASQUITH, L. & VELINGA, M. . *Vernacular Architecture in the Twenty-First century*. Oxon: Taylor & Francis, 2006

BARRY, Roger G., CHORLEY, Richard F. . *Atmósfera, tiempo y clima*. (traducido por Victòria Tarrida, M^{re} Jesús Fortes) 7^aed. Barcelona: Omega, cop. 1999

BRIZ, Julián (ed.). *Naturación urbana: cubiertas ecológicas y mejora medioambiental*. Madrid: Mundi-Prensa, 1999.

BARROS, Anésia. *Manual de Conforto Térmico*. Ed. Studio Nobel, 2009

CORREIA, M., DIPASQUALE, L., MECCA, S. . *VERSUS: Heritage for Tomorrow. Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture*. Florence (Italy): FUP Firenze University Press: 280p., 2014.

CORREIA, M. . *Sustentabilidade: Conceito e Desenvolvimento*. In Energias Renováveis. Porto: Atelier Pã, p.68–76, 2009.

CORREIA, M., CARLOS, G. & ROCHA, S. . *Vernacular Heritage and Earthen Architecture: Contributions for Sustainable Development*. London: CRC/ Balkema/ Taylor & Francis Group, 2014.

FREY, P. & BOUCHAIN, M. . *Learning from vernacular: towards a new vernacular architecture*. Tours: Actes Sud, 2010.

GARAM, Masala. *Habita India = Inhabit India*. Madrid: Mairea, DL 2009.

GONZÁLEZ, Neila. *Arquitectura bioclimática: en un entorno sostenible*. 2004

GUILLAUD, H., MORISET, S., SÁNCHEZ MUÑOZ, N., SEVILLANO GUTIÉRREZ, E. . Booklet – *VerSus: Lessons from vernacular heritage to sustainable architecture*. Grenoble: CRAterre & Escola Superior Gallaecia, 2014.

HIGUERAS GARCÍA, Esther. *El Reto de la ciudad habitable y sostenible* Pamplona: DAPP, Publicaciones Jurídicas, DL 2009.

HEGGER, M., FUCHS, M., STARK, T. & ZEUMER, M. . *Energy Manual – Energie Atlas. Sustainable Architecture*, Birkhäuser Verlag. Basel/Berlin: Edition Detail, 2007.

HOLM, Dieter. *Energy conservation in hot climates*. London: The Architectural Press; New York: Nichols Publishing Comp., 1983.

MOHOLY-NAGY, Sibyl. *Native genius in anonymous architecture*. New York, (NY): Horizon Press, 1957.

NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier. *El clima y los invariantes bioclimáticos en la arquitectura popular*. Madrid: Instituto Juan Herrera. Escuela de Arquitectura de Madrid, 2002.

NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier, ACHA ROMÁN, Consuelo. *Arquitectura bioclimática y construcción sostenible*. Pamplona: DAPP Publicaciones Jurídicas, 2009.

NEILA GONZÁLEZ, Francisco Javier. *Miradas bioclimáticas a la arquitectura popular del mundo*. Madrid: García Maroto Editores, DL 2015.

OLGYAY, Victor. *Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism* ; some chapters based on cooperative research with Aladar Olgyay. New York: Van Nostrand Reinhold, cop. 1992.

OLGYAY, Victor. *Arquitectura y clima: manual del diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona: Gustavo Gili, DL, 1998.

OLIVER, P., 2006. *Built to meet needs: cultural issues in vernacular architecture*. Oxford: Elsevier.

RAPOPORT, Amos. *House form and culture* Englewood Cliffs: Prentice-Hall, cop, 1969.

RUDOLFSKY, Bernard. *Architecture Without Architects: a short introduction to Non-Pedigreed Architecture* Albuquerque (NM): University of New Mexico, 1965.

RUDOLFSKY, Bernard. *Constructores Prodigiosos: apuntes sobre una historia natural de la arquitectura con especial atención a aquellas especiales que tradicionalmente son regaladas o de pleno ignoradas*; (traducción: Stella Mastrangelo) México, D.F.: Pax México, cop. 2007.

SÁNCHEZ-MONTAÑÉS MACÍAS, B.A. . *Estrategias medioambientales de la arquitectura vernácula como fundamento de sostenibilidad futura. Necesidad de la aplicación de los principios científicos de la arquitectura*. *Arquitectura vernácula en el mundo ibérico: actas del congreso internacional sobre arquitectura vernacular*. Sevilla: Universidad Pablo Olavide, p.406-414, 2007.

SCHITTICH, Christian. *Building simply two: sustainable, cost-efficient, local*. Munich: Edition Detail, cop., 2012.

WEBER, Wili. YANNAS, Simos. *Lessons from vernacular architecture*. London: Routledge, cop, 2014.

ZUPANČIČ, D. . *Economy and common sense. Vernacular architecture simple solutions from past for today and Be-yond*. Mediterra 2009, 1st Mediterranean Conference on Earth Architecture, Conference proceedings. Monfalcone: edicom edizioni, p.537-549, 2009.

REVISTAS, PUBLICACIONES Y CONFERENCIAS

The Architectural Review London: Architectural Press Ltd, 1986 nº1431 mayo, 2016.

The Thermie Programme of European Comission A Green Vitruvius: principles and practice of sustainable architectural design. London: James & James, 1999.

Informe Our Common Future: Brundtland Report, march 1987. ONU.

PAGINAS WEB

Spaceshop Architekten: <http://www.spaceshop.ch>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00

Mass Design Group: <https://massdesigngroup.org>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00

Anna Heringer: <http://www.anna-heringer.com>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00

Phooey Architects: <http://www.phooey.com.au>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00

Laurie Baker: <http://www.lauriebaker.net>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00

Descargar VerSus Booklet: <http://www.esg.pt/versus.index.php/10-versus-booklet>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00

ICOMOS- International Council on Monuments and Sites: <http://www.icomos.org/en/>

ultimo acceso 28/08/2016 a las 15:00